# Physiologie

der

# ENTZÜNDUNG

und

# Regeneration

in den organischen Geweben.



# Physiologie

der

# ENTZÜNDUNG

und

# Regeneration

in den organischen Geweben.

---

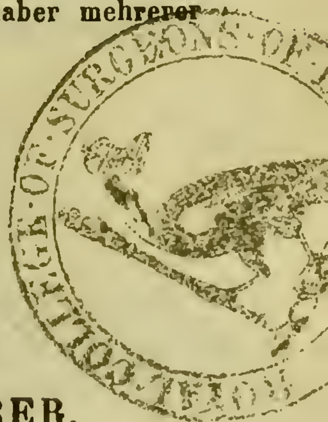
Nach

eigenen Versuchen und Beobachtungen dargestellt

von

Dr. Hermann Klencke,

K. tit. Reg.-Arzte, chirurg. Operateur und Geburtsarzte; Mitgliede der Kaiserlichen Leopoldinisch-Carolinischen Akademie der Naturforscher, korrespondirendem Mitgliede des naturwissenschaftlichen Vereins zu Hamburg, der Societas medica daselbst, u. s. w.; Inhaber mehrerer Ehrenzeichen. —




Leipzig

VERLAG VON J. J. WEBER.

1842.

Der

# gelehrten Gesellschaft

für

# Natur- und Heilkunde

zu

Dresden

hochachtungsvoll zugeeignet

vom Verfasser.

# Vorwort.

Wenn wir unsere Aufmerksamkeit lebhaft auf einen Gegenstand wissenschaftlicher Beobachtung richten, dann bieten uns häufig die äusseren Verhältnisse und Zufälligkeiten so günstige Gelegenheiten dar, dass wir breiter und tiefer darauf einzugehen nicht nur äussere Einladung, sondern auch inneren Drang verspüren.

Als ich vor Jahren die Formen des Entzündungsprozesses in ihren wesentlichsten Modifikationen und Ausgängen an zahlreichen Objekten beobachten konnte, gewann ich immer mehr eine selbstständige Ansicht von

diesem so interessanten Vorgange organisch-animalen Lebens und ich sammelte theils Thatsachen für das Tagebuch des Arztes, theils unternahm ich, unterstützt durch die Bereitwilligkeit und das gleiche Streben lieber Collegen, vielfache Experimente am lebenden Thierorganismus, um sowohl das Wesen der Entzündung, als das der Regeneration nicht nur empirisch richtig, sondern auch, vom Standpunkte des Begriffes ausgehend, in der innersten Bedeutung würdigen und verstehen zu lernen.

Besondere äussere Anregungen veranlassten die hier veröffentlichte Bearbeitung des Gedachten und Erfahrenen. Zuerst hatte ich für einen besondern, gelehrten Zweck die Paragraphen über die Entzündung niedergeschrieben, darauf war das Kapitel über Nervenregeneration zu Stande gekommen, welches anfangs in fragmentarischer Gestalt als Mittheilung an eine Akademie geschrieben und abgeschickt, später aber noch ausführlicher von mir bearbeitet wurde; es war in

aphoristischer Vortragsform die Darstellung meiner Versuche über Muskelregeneration in der Zeit der jährlichen Naturforscher-Versammlung entstanden und so besass ich nach und nach so viel Stoff, dass es mir zweckmässiger erschien, das Zerstreuete lieber in einem Ganzen darzustellen, als dasselbe noch mehr in Gelegenheitsartikeln zu zersplittern.

Dieses Buch zerfällt in zwei Abschnitte, deren erster das Wesen und die Erscheinung der Entzündung nach ihren inneren Charakteren, und deren zweiter die Resultate mannigfaltiger Versuche über Regeneration organischer Gewebe darstellen soll.

Ein dritter Abschnitt, der aber als selbstständiger Nachtrag vielleicht schon im nächsten Jahre erscheinen mag, wird diese Darstellung beschliessen. Dieser Abschnitt, welcher die Entzündung und ihre Folgen in den verschiedenen speziellen Geweben, also den durch das jedesmalige Gewebe bedingten spezifischen Charakter der

Entzündung erklären und nach eigenen Untersuchungen beschreiben soll, konnte von mir noch nicht beendet werden, weil es theils und vorzüglich noch einiger, spezieller Thatsachen selbstständiger Forschung, theils aber auch zur Bearbeitung des Materials der Musse des nächsten Winters bedurfte. —

Anfangs wollte ich diesem Buche alle zur besseren Anschauung erforderlichen Abbildungen derjenigen Entzündungsakte und Regenerationspräparate beigeben, welche ich grösstentheils selbst bei mikroskopischer oder natürlicher Anschauung nachgezeichnet hatte. — Diesem Wunsche stellte sich aber ein Hinderniss dadurch entgegen, dass mehre der Zeichnungen in den Händen befreundeter Forscher sich befanden und nicht direkt zurückgegeben werden konnten, da sie bereits speziellen, wissenschaftlichen Zwecken dienten.

Ich hoffe aber, unterstützt durch die preiswürdige freigebige Bereitwilligkeit meines Herrn Verlegers bei dergleichen Ausstattungen, im Stande zu sein, dem

als selbstständig bearbeiteten dritten Abschnitte „über die spezifischen Entzündungscharaktere in den einzelnen Geweben“ mehre Abbildungen interessanter, sich auf die beiden gegenwärtigen Abschnitte beziehender, Thatsachen beigeben zu dürfen und bemerke dabei, dass die Zeichnungen zu den im zweiten Abschnitte mitgetheilten Versuchen über Nervenregeneration sich im Besitze der *Kaiserl. Leopoldinischen Akademie* befinden und auf diesem Wege der öffentlichen Mittheilung nicht entzogen bleiben werden.

Dass der angekündigte dritte Abschnitt nothwendig diese Lehre schliessen muss, leuchtet dem Leser ein. Seit *Gendrin's:* Histoire anatomique des inflammations, 1826. hat sich die histologische Untersuchung entzündeter Gewebe bedeutend vervollkommnet und gerade diese Seite des Entzündungsbodens erregte meine besondere Aufmerksamkeit.

In Bezug auf den ersten Abschnitt dieses hier

übergebenen Buches, wo ich den allgemeinen Charakter und das Wesen der Entzündung darzustellen suchte, darf ich wohl noch bemerken, dass ich die Kugel, welche man in Plasma, Eiter u. s. w. findet, nicht durch besondere Namen als etwas Verschiedenes bezeichnet habe, sondern dabei ganz der schlichten Anschauung gefolgt bin. Diese Bemerkung ist nicht unnütz, denn wenn *Henle* bei Granulation und Eiter von „Zellen", wenn *Gluge* von „Entzündungskugeln" berichtet, so möchte man mir leicht, wenn meine Darstellung diese Ausdrücke nicht wiedergiebt, durch den Vorwurf des Nichtkennens jener neueren Angaben, Unrecht thun. Ueberhaupt bin ich hier gern der Ansicht von *Mandl* (Gaz. méd. Juillet, 1840), dass man die Kügelchen in verschiedenen normalen und pathologischen Produkten für identisch, d. h. zunächst für sphärisch gerinnendes Plasma zu halten habe. So habe auch ich, grösstentheils ganz isolirt beobachtend, aus dem Plasma jede fernere Differenzirung im Entzün-

dungsprozesse ableiten müssen und ich darf meine Resultate einer geneigten Berücksichtigung und belehrenden Kritik geehrter Fachgenossen hiermit empfehlen.

Das literarische Material habe ich, so weit meine Bibliothek und der Verkehr des Ortes, an dem ich lebe, behülflich sein konnten, möglichst benutzt; sollte aber, was leicht der Fall sein kann, wenn man fern von den Centralpunkten wissenschaftlichen Confluxes wohnt, wesentlich Neues ungeprüft und unberücksichtigt geblieben sein, sollte irgendwo ein Anderer in letzter Zeit Dasselbe ausgesprochen haben, was ich hier als meine eigene Forschung bezeichnen durfte, so wolle der Leser sich der Schwierigkeiten erinnern, welche ein isolirt arbeitender Physiologe zu überwinden hat, um sich mit den täglichen Arbeiten seiner Collegen, mit den neuesten literarischen Notizen, geschweige mit den frischesten Kunden des Auslandes in fortwährenden Rapport zu setzen.

Nach diesen Vorbemerkungen übergebe ich, mit

dem stillen Wunsche, der Wissenschaft förderlich geworden zu sein, diese Paragraphen dem grösseren Publiko und in's Besondere den hochgeehrten Mitgliedern des Dresdener Vereins für Natur- und Heilkunde, die ich freundlich bitte, diese ihnen gewidmete Gabe nachsichtsvoll von mir anzunehmen.

Braunschweig, am 18. Juli, 1841.

**H. Klencke.**

# Inhalt.

# PHYSIOLOGIE

der

# ENTZÜNDUNG UND REGENERATION

in den

# organischen Geweben.

---

# Einleitung.

## §. 1.

Der Lebensprocess, welcher sich in den Phänomenen der Entzündung und Regeneration offenbart, gehört so sehr in das Gebiet der Physiologie, dass er ohne physiologisches Verfahren und Beobachten weniger als jede andere pathologische Erscheinung, zu irgend einem genügenden Verständnisse führen kann, zumal Entzündung und Regeneration, als Urphänomene der relativ oder absolut anomalen Lebensrichtung, alle ferneren Zustände, welche die Pathologie umfasst, zu erklären fähig sind, indem sie sich in die mannichfaltigsten Krankheitsbilder verwandeln. —

## §. 2.

Man kann Entzündung und Regeneration auch beziehungsweise normale Phänomene des organischen Lebens nennen, da sie nicht immer als Krankheitserscheinungen, sondern als die Aeusserungen eines, den Begriff des gesunden Organismus realisirenden inneren Lebensurbildes auftreten und jede feindliche Einwirkung auf die Integrität des Besonderlebens abzuwehren oder auszugleichen streben.

Ich fasse daher die Entzündung und Regeneration in zweifacher Bedeutung auf und zwar erstens als: Organisches Streben, eine Beschädigung und Kränkung des individuellen Leibes auszugleichen, in welchem Falle der Organismus gesund ist, oder zweitens als: concrete Abspiegelung eines fremden, in den Organismus sich einlebenden Krankheitsbildes, in welchem Falle die Entzündung eine Vermittlung wird zur möglichst realen Ausbildung des als Krankheit sich geltend machenden, parasitischen Lebens. Geschieht dieses, dann nennt man das Neugebildete (weil Regeneration sich nur auf Restitution beeinträchtigter normaler Gebilde bezieht) Degeneration, Afterbildung oder am Schicklichsten: Krankheitsprodukt. —

§. 3.

Entzündung und Regeneration, als Phänomene der organischen *vis restituens*, und Entzündung und Pseudomorphosis, als concrete Abspiegelungen einer Krankheitsidee, sind demnach verschieden in ihrer Bedeutung, aber da innerhalb eines lebenden Leibes jegliche substantielle Bildung nur geschehen kann, indem das Urphänomen des Werdens (das Zurückführen auf Indifferentes und Neubilden zu ferneren differenzirten Elementen) wiederholt wird, so müssen auch Regeneration und Pseudomorphose in ihrem physiologischen Verhalten gleichartig sein, indem beide sich nach einem bestimmten Bildungsgesetze realisiren, während die Entzündung beiden Generationen als organische Vermittlung vorhergeht.

Diese organische Vermittlung wird aber gegeben in der Aufhebung bestehender Differenzen, in Erzeugung einer

indifferenten Flüssigkeit und dadurch möglicher neuer Gerinnung und Gestaltung. Dass diese Momente in der Entzündung sich immer auffinden lassen, wird die weitere speziellere Betrachtung ergeben.

§. 4.

Organisches Wachsthum unterscheidet sich von der Regeneration dadurch, dass bei ersterem das Mittel zur Bildung überall auf normale Weise in der parenchymatösen Flüssigkeit gegeben ist und die Lebensidee durch diese sich verkörpert; bei der letzteren aber war das schon Gebildete wieder theilweise zerstört, die normale Richtung des Lebens hatte für diesen Fall keine Bestimmung in sich und geht jetzt in einen Gewaltakt über, indem sie örtlich eine Aufhebung des qualitativen Gleichgewichtes, eine rückgängige Metamorphose veranlasst, aus welcher nun wieder neue, entsprechende Bildung fortgeht. Bei der Degeneration oder Pseudomorphose hat eine parasitische Lebensrichtung sich in den Boden des Organismus, neben der normalen Lebensregung, eingewurzelt und diese Krankheitsidee sucht ihre concrete Gliederung in dem Leibe abzuspiegeln. Der normale Lebensdrang strebt durch Entzündung zu reagiren, aber die Krankheit bemächtigt sich dieser Form organischer Restitution und spiegelt sich selbst als Afterprodukt in dem degenerirten Gewebe ab. —

§. 5.

Entzündung ist nach oben gegebener Ansicht ein Gewaltakt des organischen Lebens, um zur Bildung besonderer Glieder zu gelangen. —

§. 6.

Eine eigenthümliche Erscheinung im restituirenden Bilden ist die sogenannte Reproduktion ganzer Glieder in niedern Geschöpfen. Da sie in ihrer Grundbedeutung auf denselben Gesetzen beruht, wie die Regeneration einzelner Gewebe, so müssen wir uns hier zunächst darüber aussprechen, wesshalb in höheren Thieren diese Bildungsfähigkeit so bedeutend reduzirt erscheint und was eigentlich in der Reproduktion niederer Thiere neu gebildet wird. Wir wissen, dass nur Geschöpfe der unteren Klassen und in diesen wieder die jungen Individuen, verloren gegangene Theile nicht nur wiederersetzen, sondern dass selbst die Theilung einiger Geschöpfe Ursache zum Selbstentwickeln jedes einzelnen Theiles zu einem ganzen Individuum wird.

Eine nähere Betrachtung solcher Organismen lässt uns aber bald erkennen, dass alle Glieder des Leibes entweder auf einer unvollkommenen Differenzirung, einer Homogenität des Ganzen, oder auf Wiederholung eines und desselben Typus beruhen, so dass in jedem Stücke eigentlich die Grundlage des ganzen Thieres gegeben ist. Jeder Leibesring des Körpers wiederholt den ersten und enthält dieselben Theile, welche der erste umschliesst, es hat jeder Theil sein Ganglion, seine Athemorgane, seinen Darm mit magenähnlicher Erweiterung u. s. w., so dass also ein so getrenntes Stück ein ganzes System bildet, welches im Ganglion nun seinen Centralpunkt findet, um sich zu wiederholen in neuer gleicher Architektur. Desswegen findet ein solches Selbstständigwerden eines getrennten Theiles nur bei Querschnitten und niemals bei Zerschneidung des Thie-

res der Länge nach Statt, weil bei letzterer Weise das Stück nicht die sämmtlichen Rudimente eines Systems in sich fasst, sondern nur eine Hälfte und zwar eine todte repräsentirt.

§. 7.

Beginnen wir diese Untersuchung mit den untersten, den Experimenten zugänglichen Geschöpfen, den Polypen, dann finden wir auch ein Fortwachsen longitudinal getrennter Theile und ein gänzliches Umkehren innerer und äusserer Flächen. Die Versuche von *Trembley**), von *Rösel***), von *Schäffer****), von *Dugès*†) und Anderen, beweisen vielfältig, dass nicht nur gewaltsam getrennte Theile reproduzirt werden, sondern dass auch in dieser freiwilligen Trennung bei mehren Gattungen ein normales Moment der Vervielfältigung und Neuzeugung gegeben ist. Der gemeine Polyp treibt gleich Sprossen seine Jungen aus sich hervor und diese trennen sich von dem Stamme; von *Veretillum cynomorium* sah ich die kleinen Federn austreten und selbstständig werden; die Hydra und ähnliche Protozoen spalten sich in mehre Individuen; unter den höher entwickelten Annulaten sah *Gruithuysen*††) an einer *Nais proboscidea* das Abschnüren eines Gliedes; Darm wie Arterie trennen sich hier, um den neuen Anfang des jetzt selbstlebenden, früheren Hinterleibes zu vermitteln, während das

*) Abhandlung zur Geschichte des Armpolypen. 1791.

**) Insectenbelustigungen. Nürnberg. III. Band.

***) Abhandlung v. d. Armpolypen.

†) *Froriep's* Notizen. 501.

††) *Acta Leopoldina.* — T. II. tab. 35.

nunmehr zum Kopfe metamorphosirte, frühere Glied der Nais Mund und Augen hervorbildet*).

§. 8.

Diese Betrachtungen geben uns einen Schlüssel zur Erklärung der ausserordentlichen Reproduktionsfähigkeit dieser unteren Geschöpfe. Theils finden wir in allen ihren Gliedern eine so auffallende Homogenität, dass diese auf einer Stufe der Indifferenz verharrende Bildung nicht auf Gegensätze basirt ist, welche die Existenz der differenten Glieder in Einem Sein zur Lebensbedingung machen; theils aber finden wir weiter ausgebildete Organisationen, deren Begriff eines Ganzen jedoch in einer gleichartigen Wiederholung einer Centralstelle besteht, wodurch die Bedeutung des Centrallebens sich jedem Leibestheile mittheilt, welcher Ganglion, Nervenschlinge, Darm und Athemkanal in sich fasst.

§. 9.

Es leuchtet hier ein, dass die Bildung des Nervensystems wesentlich das Vermögen zur Reproduktion andeutet. Das Nervensystem ist das Thier im Thiere, dasjenige, was dem Thiere seine Gestalt giebt. Wo es als eine Reihe von Ganglien auftritt, wo jedes Ganglion ein Mittelpunkt gewisser Leibesregionen wird und wo jede Leibesregion nur eine Wiederholung der andern ist, da hat sich noch nicht ein höheres Centralleben, ein prädomini-

---

*) Vergleiche: *Eggers* v. d. Wiedererzeugung. — *Burdach*. *Treviranus*.

rendes Ganglion geltend gemacht, auf welches sich alle andern Gebilde als auf eine Einheit beziehen und welches seine Bedeutung in alle anderen differenteren Glieder hineinspiegelt und da muss es denn auch stattfinden, dass jedes von der Kette gesonderte Ganglion wieder selbstständiges Thier sein kann. Wo noch gar kein gesondertes Nervensystem hervortritt, da ist die ganze Masse des Thieres empfindende und bewegende Materie, die Bedeutung des Nervensystems ist in die ganze Urmasse ausgegossen und jedes Theilchen derselben muss daher auch in sich selbst bildend, den Begriff des Ganzen wiederholen und diesen Begriff durch sich selbst realisiren.

§. 10.

Darin zeigt sich ja eben die höhere Dignität einer Organisation, dass sie alle ihre Glieder auf eine, allen gemeinsame Centralstelle bezieht, dass dieses Centrum in allen Gliedern seinen organischen, nothwendigen Gegensatz findet. Dieses Centralleben muss aber im Nervensysteme somatisch ausgedrückt sein und die vergleichende Zootomie überzeugt uns auch, dass von der unteren Bildung einer Nervenknotenkette an, die Entwicklung zum Höheren dadurch ausgeprägt ist, dass der Nervenstrang seine Ganglien immer mehr am oberen Theile conzentrirt, hier immer mehr verschmilzt und den übrigen Theil des Stranges als peripherisches, leitendes, verbindendes Organ unterordnet. Thiere, welche daher eine Centralbildung des Nervensystems zeigen, reproduziren nicht aus getrennten Theilen ganze Individuen, denn diesen Theilen geht ja durch die Trennung gerade ihre wichtigste Beziehung zu einem be-

stimmenden Lebensmittelpunkte verloren und sind dadurch bedeutungslos geworden. Das Nervensystem bleibt daher auch immer unverändert in allen auf Häutung Bezug habenden leiblichen Metamorphosen der Thiere, unabhängig von Grösse und Alter und es ist nur ein Beispiel im Geschlecht der Isopoden bekannt, dass Julus, in welchem die Ganglienzahl immer in gleichem Verhältnisse zu den Leibesringen steht, auch mit den in jedesmaliger Häutung zunehmenden, bis zu 60 steigenden Ringen sich vergrössert. — Höhere Thiere verlieren ihre Reproduktionsfähigkeit mit zunehmender Centralentwicklung des Nervensystems und entweder vermögen sie nur einzelne untergeordnete Glieder zu regeneriren, wie bei Mollusken, Insekten, Crustaceen etc.; oder es erzeugen sich Glieder wieder, in welchen eine abnorme Bildung, hinweisend auf Pseudomorphose, vorherrscht. Irrig ist es, dass gewisse Mollusken ihren ganzen Kopf wieder produziren sollen; das Hauptmoment des Kopfes ist im Nervenringe des Schlundes und dessen centralen Anschwellungen ausgedrückt und dieser Marktheil kann sich ebenso wenig restituiren, wie die davon abhängigen Theile, sobald der Schlundring verletzt wurde. Nicht allein *Schweigger's* *), sondern auch eigene Versuche mit Schnecken haben bestimmt dargethan, dass eine Kopfregeneration bei Verletzung des Schlundringes niemals möglich wird. Krebse reproduziren ihre Beine, Fische ihre Flossen **), Eidechsen sagar einen Schwanz wieder, wie *Spallanzani* ***) auch an Salaman-

*) Naturgeschichte der skeletlosen, ungegliederten Thiere.

**) *Broussonet;* bei *Eggers,* a. a. O.

***) Physical. mathemat. Abhandlungen.

dern fand und gleichfalls von *Steinbuch**) und *Blumenbach***) experimentirt wurde. Diese letztere Angabe bedarf aber einer genauen Berichtigung, zumal *J. Müller****) davon sagt: wir hätten darin ein Beispiel von Reproduktion des hintersten Theils des Rückenmarkes. Niemals bildet sich aber im reproduzirten Schwanze einer Eidechse Rückenmark wieder, ebenso wenig, wie eine knöcherne Wirbelsäule. Dem Zustande der Nervensubstanz entspricht auch immer die Dignität des Nervenskelets, weil beide, wie bekannt ist, eine genetische Verwandtschaft haben. Schon das im reproduzirten Eidechsenschwanze wiedergebildete Knorpelstück, welches noch sehr weit entfernt von der Knochensubstanz geblieben, könnte schliessen lassen, dass ein Rückenmark nicht existire, weil dieses auch den Knochenwirbel gegensätzlich bedinge. Ich habe bei allen Eidechsen, deren Schwanz reproduzirt war, nur einen knorpelichen Stiel und statt des Rückenmarks nur eine Zellgewebsbildung gefunden, die sich durch Salz- und Salpetersäure auflösen liess und nichts von den Eigenschaften einer Nervensubstanz verrieth. Diese Erscheinung hat aber noch einen andern interessanten Gesichtspunkt. Wir bemerken nämlich in der aufsteigenden Geschöpfordnung eine allmälige Verkürzung des Rückenmarkes, die mit den Schwanzwirbeln beginnt, dann die Kreuz- und endlich die Lendenwirbel ergreift. Bei Froschlarven reicht anfangs die *Medulla spinalis* bis in die Schwanzwirbel und wenn im ferne-

---

*) Analecten.

**) *Spec. physiolog. comp. inter anim. calidi et frigidi sanguinis.*

***) Physiologie, 1. Aufl. 383.

ren Wachsthum die Medulla nicht mit fortwächst, so obliteriren die Schwanzwirbel. Es liegt also in der Natur das Streben ausgesprochen, die Schwanzregion des Rückenmarkes immer mehr zu verkürzen und der Obliteration anheimzugeben. Dadurch behält diese Region eine niedere Dignität und wenn daher bei einer Eidechse der Knorpelstiel am abgebrochenen Schwanze ohne Medulla wiederwächst, so ist dieses Phänomen von weit geringerer Wichtigkeit, als wenn einem Krebse das Bein wieder produzirt wird.

§. 11.

Nach dieser nöthigen Digression wenden wir uns der Frage zu, wie diese Reproduktion physiologisch geschehe und ob hier dasselbe Phänomen Statt finde, wie bei der Regeneration, welche der Entzündung folge. Es ist einleuchtend, dass von Entzündung nur da die Rede sein kann, wo ein Gefässsystem in der Thierbildung hervorgetreten ist. In allen niederen Organismen, wo nur unvollkommene Saftgefässe vorhanden sind oder wo diese der Bedeutung eines Lymphgefässsystems gleich stehen, finden wir, dass Bildung und Ernährung zusammenfallen, dass die vom Stoffwechsel bedingte Aufsaugung auch Funktion der bildenden Gefässe ist, es bedarf also nur eines Zuströmens der flüssigen Eisubstanz, die in allen Organismen gegenwärtig ist, und aus dieser wird sich in der Form der Gerinnung das Verlorene neubilden. Hier sind die später zu bezeichnenden Phänomene der Entzündung ganz unmöglich und im Grunde geschieht ja alle und jede Bildung nur aus der parenchymatösen Flüssigkeit und Regenerationen werden gerade durch

ein überwiegendes Gefässleben, namentlich durch Austreten des Blutes, gestört. Bei Fischen und Amphibien herrscht neben einem Gefässsysteme noch ein stark entwickeltes Lymphsystem vor, welches sich selbst zur Centralität von Lymphherzen steigert, es wird bei Verletzungen des Organismus gar nicht nöthig sein, durch die Erscheinungen der Entzündung erst Hemmung in der Resorption des ergossenen Plasma's und durch den Reiz den Erguss neuen Plasma's zu begünstigen, es ist hier immer schon ein so grosser Ueberschuss peripherischer, bildsamer Lymphe vorhanden, um zu gerinnen und in der Gerinnung nach einem inneren Urbilde und getrieben von dem Begriff der Gattungsform, solide Theile abzusetzen, welche sich als Zellstoff, contraktiles Gewebe, als Knorpel und Gefässe möglichst differenziren. Es ist also hier nur eine örtliche Wiederholung des aus ursprünglichem Eistoff gerinnenden Thieres im ersten Bildungsakte; desswegen kann hier von keiner Entzündung die Rede sein, weil diese ja eben der gewaltsame Akt des Lebens ist, um einen, in den angegebenen Fällen Statt findenden Zustand mittelbar herbeizuführen. Der Einfluss der Nerven ist hier im Bildungsakte selbst gerade Null, denn durchschnittene Nerven wirken nicht über sich organisch hinaus und am Wenigsten lebt in ihnen das organisirende Moment; dieses ist ideeller Art und lebt in der indifferenten Flüssigkeit, dem Plasma, vorzugsweise, weil ja Bilden nur geschehen kann, indem sich das Indifferente, Flüssige fortbildet zu Differentem, Solidem. — Der Einfluss der Nerven ist in allen Thieren, wo einmal das Nervensystem sich höher ausgeprägt und gesondert hat und seine organischen Polaritäten bedingt, nur der, dass die

Nervenfaser die Mittel des Bildens lebendig und gegenwärtig erhält durch den erregenden Strom der Innervation, dass das peripherische Gebilde nicht aus direktem Wechselverhältnisse zu dem Centralpunkte des Organismus komme, mithin ein dynamisches Leitungsorgan der Perception und Reaktion bleibe. Die Perception ist z. B. die nicht immer dem Sensorium vorstellige Erfühlung von der Beschädigung des Organismus, die Reaktion ist ein durch Innervation erregtes Zuströmen bildenden Plasma's, in welchem die plastische Gerinnung beginnt und in welchen sich auch neue Nerven bilden, gerade wie im bebrüteten Ei. —

Wenn man den Nerven eine andere und wichtigere Rolle zuschreiben will und nach *Todd**) den Versuch gemacht hat, den Nerven eines Stumpfs am Salamander nochmals höher zu durchschneiden und nun gewahr wurde, dass die Reproduktion gehemmt war, so liegt der Grund nur allein darin, dass durch abermalige, höhere Zerschneidung des Nerven, also durch starke Beschädigung der organischen Integrität, die Vitalität in dem Stumpfe, nahe an der Wundstelle auf ein Minimum herabgestimmt war und die gehörige Zuströmung des Plasma dadurch beschränkt wird. Jede örtliche Spannungsveränderung des Nerven verändert auch die örtliche Metamorphose des Bildungslebens und eine Durchschneidung des Nervens weit über einer Wundfläche muss auch, wie in jeder thierischen Organisation, eine mangelhafte Metamorphose im Gebiete der Amputationswunde bedingen. Uebrigens ist der Versuch von *Todd*

---

*) *Quaterly Journal of sciences. Vol.* 16. p. 91. Vergl. auch *Treviranus*.

nicht allgemein gültig. Ich durchschnitt den Schenkelnerven eines Feuersalamanders zwei Linien über dem Gelenk und amputirte dann erst den Fuss. Bei einem Versuche entstand an der Wundfläche gerinnendes Plasma und äusserer Schorf, als Folge der vor der Verletzung hier gegenwärtig gewesenen Bildungsflüssigkeit; nach fünf Tagen indessen wurde unter dem Schorfe wirklicher Eiter sichtbar mit den Symptomen von Entzündung im unteren Theile des Stumpfes. Allmälig aber stellte sich eine gallertartige Blase am Wundende ein, aus der sich ein Cylinder und ein verkrüppelter Fuss gestaltete. Bei einem andern, ganz ähnlich unternommenen Versuche starb dagegen das ganze Bein ab und es wurde ein durchaus neues, durch Reproduktion gebildet.

## §. 12.

In allen höheren Thieren, wo alle organischen Glieder sich auf das Ganze der leiblichen Bildung so direkt beziehen, dass sie nur im Ganzen Bedeutung finden und nur durch die Entstehung des Ganzen selbst bedingt wurden, ist keine solche Reproduktion mehr möglich und es erstreckt sich hier die *vis restituens* des Lebens einzig und allein auf Regeneration einzelner Gewebe. Da aber im Organismus höherer Thiere nur diese eine, einmal begonnene Bildung fortgehen und von der ersten Entstehung bis zum reiferen Zustande durch eine Reihe von Metamorphosen herausgegliedert werden soll, da ja jede höhere Organisation darin besteht, dass sie sich von der ersten Eibildung weit und weiter entfernte und alle niedern Thiere gerade dadurch niedrig organisirt sind, dass sie ihre erste Form nicht ganz

überwinden konnten, so leuchtet es auch ein, wie in einem höheren Organismus eine von der früheren Bildungsperiode so verschiedene Lebenssphäre erreicht sein muss, dass eine Neubildung einzelner Glieder, wie dieses im Eiorganismus der Fall war, für immer unmöglich werden musste. Desshalb ist die Regeneration von einzelnen Geweben auch nur das einzig Erreichbare, weil sie der Substanzmetamorphose in vollendeten, differenten Organen am Nächsten steht. Die Reproduktionsfähigkeit steht überall in einem Verhältnisse zu der Statt habenden Homogenität der Materie, aus welcher der Leib gebildet ist. So sprach schon *Blumenbach* *) und auch *Schelling* **) sagt, dass ein organischer Theil um so schwerer wiedererstattet wird, je mehr er spezifische Assimilationskraft hatte. Dieses kann nicht anders heissen als, jemehr er sich durch Bildungsübergänge von der Thierbasis entfernte und differenzirte.

§. 13.

Man pflegt bei Betrachtung der Regeneration von einer Wiedererzeugung ohne Entzündung zu reden und hierher die stete Erneuerung abgenutzter und abgestossener Gewebe zu rechnen, die entweder an sich ohne organische Bedeutung nur durch Nachschieben neuer Massen, wie Nägel, Haare, Zähne, Epidermis und Epithelium etc. entstehen, oder die als organisirte Organe die innere Metamorphose durch Obliteration der Gefässe sistiren und abfallen, um neuen ähnlichen Produktionen Platz zu machen, wie z. B.

---

*) Ueber den Bildungstrieb. S. 88.

**) V. d. Weltseele. S. 240.

die Hirschgeweihe, die Krebsschaalen etc. Letztere allein können dem Prozesse der wahren Regeneration gleichgestellt werden, denn hier ging ein organischer Theil verloren und wurde durch Vermittlung ausgetretenen, gerinnenden Plasma's und darin entstandener Gefässbildung neu gezeugt, während die erstere Art darin begründet ist, dass die organische Matrix, die gefässreiche, Plasma absondernde Fläche, dieselbe bleibt und nur das Produkt, welches nicht mit im Stoffwechsel begriffen ist, in seinen, der Aussenwelt zunächst zugekehrten Portionen, verloren geht. Regeneration ist aber nur in dem Sinne hier aufzufassen, dass dabei eine wirkliche Neubildung von Geweben Statt findet, welche an der allgemeinen Stoffmetamorphose mittelst Capillargefässsystem theilnehmen und nicht nur apponirt, sondern intussuscipirt werden. Nur ein Fall ist hier auszuschliessen, wo nämlich sogenannte Apposition und Intussusception in einem Momente zusammenfallen, d. h. wo das Produkt der Bildung ohne alle Gefässe ist und doch im allgemeinen Stoffwechsel des Lebens mitbegriffen bleibt; ich meine die Bildung der Krystalllinse. Hier gerinnt die innerhalb der Linsenkapsel ergossene Plasmaflüssigkeit wie eine Schneeflocke in der Luft zu einem soliden Körper, da aber dieser nicht an die äusserste Peripherie des Leibes stösst und hier abblättern kann, so geschieht seine Resorption und Nachgerinnung, d. i. sein Stoffwechsel, dadurch, dass das Solide wieder in Plasma zurückgeführt und aus Plasma wieder der neue Ersatz gebildet wird. Niemand kann an einer lebhaften Substanzmetamorphose der Krystalllinse, die oft in pathologischen Prozessen von so grosser Wichtigkeit wird, zweifeln und doch geschieht diese

ohne alle direkte Einwirkung der Gefässe, denn diese lassen nur durch Exosmose in der Wandung der Kapsel eine reichliche Menge parenchymatöser Flüssigkeit (Plasma) austreten, aus welchem die Linse frei krystallisirt und sie nehmen das zurückgeführte Flüssige durch Endosmose wieder in ihre Gefässräume auf*). —

§. 14.

Die Bildung der Lens ist ein wichtiger Schlüssel zur Erklärung jeder Regeneration organischer Gewebe, denn dadurch haben wir, wenn es uns aus einer allgemeinen Anschauung des Bildungslebens nicht längst klar geworden wäre, das treffendste Beispiel vom plastischen Lebensprozesse. Die parenchymatöse Bildungsflüssigkeit, das aus den Gefässwandungen durch Exosmose herausgetretene und alle Gewebe tränkende Plasma, welches ausser den einsaugenden venösen Haarkanälchen auch durch die Anfänge der Lymphkanäle wieder in die allgemeine Saftbewegung, nach Erfüllung örtlicher Bildungszwecke, zurückgeführt wird, dieser organische Lebenssaft ist es, aus dem alle Elemente, welche die Histologie uns kennen lehrte, hervorgehen durch das Moment gährender Gerinnung, d. h. durch Bläschen-

*) Beispiele, freilich ohne genügende Erklärung, findet man aufgezeichnet von *Sömmerring*, Beob. über d. organ. Veränderungen im Auge; — *Mayer*, in dem Journale von *Gräfe* u. *Walther;* ebendaselbst von *Vrolik* 18. 4.; *Leroy d'Etiole,* Physiol. v. *Magendie.* — Nach Extraction der Linse sah ich bei einem Hunde nach 14 Wochen eine vollkommene Lens reproduzirt. Bei einem von mir operirten Eichhörnchen bildete sich eine Linse binnen 32 Tagen wieder.

bildung und Fortentwicklung der Bläschen zu den ferneren Elementarformen organischer Gewebe. In diesem Plasma oder organischen „Lebenssafte", wie *Carus* sich ausdrückt, entwickeln sich Gefässe und Nerven, ebenso wie im bebrüteten Eistoff und nicht die Gefässe sind es, welche zuvor neugebildet und aus den vorhandenen Geflechten hervorgeschoben werden müssen, um Regeneration zu bedingen, sondern sie entstehen immer erst secundär im gerinnenden Plasma und wenn sie entstanden sind, so übernehmen sie sogleich ihre Lebensfunktion, indem sie neues Plasma ergiessen und überhaupt mit den gleichzeitig entstandenen Lymphkanälen Endosmose und Exosmose unterhalten und somit das Neugebildete als lebende, innerlich bewegte Substanz darstellen.

§. 15.

Die Entzündung erscheint nun als ein Ausweg im Organismus, um die Regeneration möglich zu machen, sobald die höhere Stufe der Organisation eine der ersten Schöpfung homogene entzündungslose Reproduktion entweder wegen zu hervorstechenden Gefässlebens oder überhaupt wegen zu hoher Integrität aller Glieder zum Ganzen, nicht ferner mehr einzuleiten vermag. In höheren Organismen regenerirt nichts ohne Entzündung, was vom Gefässleben durchdrungen ist, aber ebenso wie die Krystalllinse sich aus reinem Plasma reproduzirt, so ist auch in der Entzündung das Plasma ein Moment der Bildung und um dieses zu erreichen, leitet die Entzündung theils Exsudation, theils Suppuration ein.

## §. 16.

Man pflegt gewöhnlich die exsudative Entzündung von der suppurativen als selbstständiges Phänomen zu trennen, indem man unter der exsudirten Flüssigkeit plastisches Serum (Plasma), unter der Eiterflüssigkeit aber eine nicht bildsame, aus Zerstörung organischer Gewebe hervorgegangene Materie versteht. Der Unterschied liegt aber doch mehr in der äusseren Erscheinung und es hat auch nicht an freilich oft bestrittenen Meinungen gefehlt, welche im Eiter mehr als Zerstörungsprodukt sehen wollten.*) Hierüber werde ich im ferneren Verlaufe dieser Untersuchungen nähere Mittheilungen machen, doch darf schon hier nicht unbemerkt bleiben, dass wir die Prozesse einer Adhäsion und Suppuration nur in einzelnen Nebenmomenten von einander trennen können, während ein innerer Grund beiden Erscheinungen gemeinschaftlich ist.

Um einen einfachen Gang unserer Betrachtung einzuleiten, werde ich zunächst die Entzündung, ohne Rücksicht, ob dieselbe durch innere Lebensumstimmung oder durch Verwundung veranlasst wurde, in ihren Erscheinungen darstellen. Diese Erscheinungen werden uns dann auf das Exsudat und auf die Eiterbildung führen und es wird diese Betrachtung wohl am zweckmässigsten mit Darstellung des Lebensprozesses in *per primam intentionem* oder *per se-*

---

*) Vergleiche *Home's* und *Langenbeck's* Ansichten. Ersterer in der Sammlung auserlesener Abhandlungen zum Gebrauche prakt. Aerzte, B. XII. St. 4. p. 699. Letzterer in der Neuen Bibliothek für Chirurgie und Ophthalmologie.

*cundam intentionem* heilenden Wunden, so wie mit einer Untersuchung der Pseudomorphose beschlossen, um alsdann die Regeneration der Gewebe in einzelnen Untersuchungen zum Gegenstande dieser Monographie zu machen.

---

# Erster Abschnitt.

## *Die Entzündung.*

§. 17.

Es haben sich die Physiologen mit den Erscheinungen der Entzündung mehrfach beschäftigt und namentlich durch die Anwendung des Mikroskopes die näheren Aufschlüsse erhalten. Grösstentheils experimentirten sie aber an Fröschen u. s. w., während die Resultate an Säugethieren nur seltener gemacht wurden. Auch die Veränderungen im Capillargefässsystem, welche äussere Applikation von Reizmitteln erregte, haben Veranlassung widersprechender Erfahrungen gegeben, weil es bei allen diesen Experimenten sehr von der Zeitdauer abhängt, wie lange ein Reiz auf das Leben im Capillargefässsysteme einwirkt. Ritzen wir mit einem Messer den Fledermausflügel, so werden wir nach der ersten Blutung andere Phänomene gewahren, als wenn wir auf denselben, unverletzten Fleck einen ätzenden Tropfen oder eine nicht verwundende, mechanische Reizung anbringen; in dem einen Falle werden wir Stockung des circulirenden Blutes, im andern aber raschere Zuströmung erkennen, doch werden alle Erscheinungen alsbald in einen homogenen Prozess auslaufen, wenn die veranlassende Reizung fortdauerte. —

§. 18.

Ehe wir die empirischen Thatsachen näher und im Einzelnen würdigen können, müssen wir über den Lebens-

zustand des Capillargefässsystems und über dessen Modifikationen zur hinlänglichen Klarheit gekommen sein. Die Lebenseigenschaften des Capillarnetzes sind die des gesammten Gefässsystems im Allgemeinen, denn das ganze Gefässsystem ist nichts Anderes, als Capillarsystem mit mehr entwickelten, im Gegensatze des arteriellen und venösen Gebildes, ausgeprägten Stämmen und dem centralen Coincidenzpunkte, dem motorisch erregten Herzen. Im befruchteten Eie beginnt das Gefässsystem mit der Bildung eines feinen, in der Punktsubstanz gerinnenden Netzwerkes, welches, in der Richtung zum Herzpunkte am Rücken, die eingeschlossene Punktmasse strömend fortleitet; da, wo die Gefässschlinge am Hauptcoincidenzpunkte sich erweitert und zu einer höheren Lebensempfindlichkeit sich steigert, da bildet sich das Herz. Die Fortbildung dieses gesammten Netzes geschieht nun dadurch, dass einestheils die den Coincidenzstellen näher liegenden Kanäle immer deutlicher zu dem Gegensatze von Arterie und Vene sich differenziren, anderntheils aber das in einer gewissen Indifferenz beharrende Netz immer vielfältiger aus neuen Schlingen, welche sich mit den ältern vereinigen, sich wachsend ausbreitet, wie man dieses an Fischembryonen unter dem Mikroskop recht schön betrachten kann. *)

## §. 19.

Daraus folgt, dass das bleibende Gefässsystem, welches in einer gewissen Indifferenz zwischen Arterie und Vene

---

*) Abbildungen davon giebt *Carus*, in d. Erläuterungstafeln, Hft. III. S. 4. 5.

beharrt, die Lebenseigenschaften des ganzen Systems in seiner Sphäre theilen muss und dass es keinen Grund giebt, das sogenannte peripherische Gefässleben in ein eigenthümliches, durch besondere Vitalität bezeichnetes Verhältniss zu dem centralen Gefässleben zu stellen. Es kann als centrales Gefäss nur das Herz gelten, denn die grossen Gefässe, welche als entschieden ausgebildete Arterien und Venen erscheinen, sind nichts Anderes, als die Radien zwischen Herz und Capillarsystem. Dieses Netzwerk, in sich genau geschlossen und nirgend offen gegen Absonderungs- und Aussonderungsorgane mündend, kann zwar verschiedene Typen der Bildung je nach der Bedeutung ihrer peripherischen Regionen annehmen, wie denn auch *Berres* *) diesen Typus als Maschennetz, Schlingennetz und Maschenschlingennetz genauer bezeichnet; die Lebenseigenschaften, die dem Gefässleben aber im Allgemeinen zukommen, sind allen Regionen des Capillarnetzes gleichwesentlich und diese sind, übersichtlich betrachtet, folgende:

a) Der grösste Stoffwechsel, überhaupt die stärkste lebendige Metamorphose, geht in allen denjenigen organischen Gebilden von Statten, welche keinen hohen Grad differenter Bildung erreicht haben. Desshalb wird auch jede Bildung nur im Flüssigen, Gestaltlosen möglich, desshalb führt die Bildung zum Festen, Starren, Differenten allmälig zum Aufhören der Bewegung, zum Tode. Das Capillarsystem ist ein möglichst Indifferentes zwischen Arterie und Vene, es zeigt sich in ihm eine stete innere Unruhe, ein immerwährendes Schwanken zwischen Erstarren und

*) Anatomie der mikroskopischen Gebilde.

Neuwerden, zwischen Obliteriren und neuer Gefässerzeugung. — Dieses rege Leben entspricht den steten Verwandlungsprozessen des Blutes innerhalb des Capillarsystems und da Blut und Gefässwandung immer gleichzeitig entstehen, so hat man sich das Obliteriren und Neuwerden der Kanäle der Art zu erklären, dass in dem exosmotisch ausgetretenen Plasma mit einem Schlage und ebenso wie unterhalb des Keimpunktes im Ei das Gefässblatt zu Inseln gerinnt und das innerhalb der Rinnen gebliebene Indifferente alsbald circulirende Flüssigkeit wird — auch hier im ausgebildeten Capillarnetze eine Gerinnung von Inseln Statt findet, welche zwischen sich Kanäle und eine eingeschlossene Plasmasubstanz übriglassen, womit dann sogleich das Moment von Aderkanal und Inhalt gegeben ist. Dieses neue Netzwerk verbindet sich, während des Obliterirens des alten mit dem allgemeinen Systeme und ist nun ein zeitiges Glied desselben geworden. — Man darf diesen Prozess nicht auf mechanische Verhältnisse allein zurückführen, wie *Müller* *) versucht hat, es ist ein lebendiger Vorgang im lebenden Organismus und hier ebenso bedingt, wie das plötzliche Schliessen des grossen *Ductus arteriosus Botalli* und des Nabelstranges im neugeborenen Kinde. Schon *Wedemeyer* **), welcher doch nur in der reinen Empirie sich umsah, gesteht doch ein, dass der Lebenszustand der Capillargefässe auf die Bewegung des Blutes in denselben ohne alle mechanische Vermittlung von Einfluss sei.

b) Haben wir eben das Capillarsystem als in steter

---

*) *Müller*, Physiologie I.

**) Ueber den Kreislauf. 208.

innerer Metamorphose begriffen, aufgefasst, so müssen wir auch anerkennen, dass den Gefässwandungen selbst im Momente des Obliterirens eine innere Lebensbewegung zukomme. — Es verhalten sich auch die Gefässröhren niemals passiv, wie Röhren, welche nur durch den vom Herzen ausgehenden Stoss des Pulses erschüttert und erweitert werden. Der Pulsschlag bewirkt freilich nur einen Fortstoss des Gefässinhaltes, es verhält sich dabei das Gefäss in so fern mechanisch, als der Stoss das Gefäss ausstreckt und die Wandung erweitern kann, der Pulsschlag hört aber in den feineren Gefässen ganz auf und äussert sich nur in einem schwachen Fortzucken der Blutbläschen in solchen Kanälen, welche noch rothes Blut führen. Bei dem pulsirenden Gefässen finden wir schon ein elastisches Gegenwirken gegen den Pulsstoss, das wir unmöglich als eine passive Elastizität allein gelten lassen können, wo lebende muskelartige Faserschichten sich finden. Im Capillarnetze selbst offenbart sich eine aktive Bewegung der Gefässe, die sich auf unterster Potenz als eigene Fortbildung und aktive Obliteration zu erkennen giebt, aber in höherer Potenz als Contraktion und Erweiterung auftritt. Stetes Umbilden kann niemals ohne dieses aktive Zusammenziehen und Erweitern gedacht werden und schon der seelische Einfluss des Schrecks, der Schaam etc. zeugen von dem höchst impressionablen Zustande des Capillarsystems. Man veranstaltete mancherlei Experimente, um zu beweisen, dass die Gefässe sich auf äussere Reize zusammenziehen und erweitern könnten und dazu bedurfte es gar keines Versuches am lebenden Gefässsystem, denn Kälte zieht auch ein Stück Metall zusammen und Wärme dehnt es aus, Weingeist zieht

todtes Fleisch zusammen und wie viel deutlicher musste es nicht am lebenden Organismus Statt finden. Wir haben die Versuche von *Haller**), von *Spallanzani***), von *M. Hall****), welche erweisen sollen, dass die Capillargefässe keine eigenthümliche Bewegungsfähigkeit hätten, selbst *Wedemeyer*†) spricht dasselbe als Resultat aus, während er doch gesehen hat, dass Kochsalz die Capillargefässe erweitert, was höchst interessant ist, da Kochsalz auch die Gerinnbarkeit des Plasma aufhebt. —

c) In dem Capillarsystem findet ein fortwährend elektrochemischer Prozess des Plasma mit den äusseren Parenchymen Statt. Dieser Prozess ist von *Dutrochet*††) Exosmose und Endosmose genannt worden. Im Bildungsakte ist dieser Prozess dadurch ausgedrückt, dass während des Lebens fortwährend eine grosse Menge Plasma durch die Wandungen der Gefässe in das Parenchym austritt und ein Theil, welcher nicht von den Lymphgefässen aufgenommen wird, auch als Gegenströmung der Exosmose, mithin als Endosmose, in das Gefäss wieder eintritt, wodurch also ein stetes Strömen und eine vollkommne Tränkung aller Organe mit Plasma unterhalten wird. Diese Durchdringung der Gewebe mit Plasma kann man recht evident an Professor *Göppert's* Versuchen erkennen, wobei Thier- und Pflanzentheile in Silberauflösung gelegt, sich dergestalt damit sättigten, dass nach

---

*) Opp. min. I. 88.

**) Circul. 263.

***) On the circul. p. 90.

†) Kreislauf 226. 324.

††) *Poggendorf's* Annalen d. Physik. IX B. S. 138.

Verflüchtigung der organischen Substanz in Glühhitze die feinste Struktur derselben von gediegenem Silber zurückblieb; ein Beweis, dass das Plasma nicht allein in den parenchymatösen Zwischenräumen sich aufhält, sondern auf das Innigste die Faser und Bläschenwand in seiner feinsten Struktur sättigt und durchdringt. Dieses Plasma ist nun das Bildsame, das zur soliden Gestalt Krystallisirbare und in der Entzündung und Regeneration Wesentliche. Wo kein Gefässsystem vorherrscht, sondern die Plasmaflüssigkeit ursprünglich alle Gewebe durchdringt (da sie ja auch in allem organischen Entstehen das Erste und Früheste ist, woraus erst später bei zunehmender Differenzirung eines Organismus, das Gefässsystem selbst hervorgeht) — da bedarf es keiner Entzündung, um dem Plasma die Suprematie zu verschaffen und es geht die Regeneration äusserst leicht von Statten aus dem Plasma selbst. — Nicht das Gefässsystem ist es daher, was eine Neubildung während der Entzündung verursacht, sondern das alle Gewebe durchdringende Plasma ist hier das wesentliche Agens und dieses ist immer um so wirksamer, je mehr das Gefässsystem zurücktritt. Ein Gefässsystem stört die Neubildung und soll sich in der Regeneration erst mit dem übrigen neuen Gewebe entwickeln, um diesem die Qualität organischer Wechselthätigkeit mit dem ganzen Leibe zu verleihen.

§. 20.

Die im vorigen Paragraphen erörterten Lebenseigenschaften des Capillarsystems und des ursprünglichen Plasma's können jetzt dazu beitragen, unsern Blick in den

widersprechenden empirischen Versuchen und Resultaten zu lichten. Im Capillarsysteme muss jedes Pünktchen als beweglich und in steter Aenderung begriffen gedacht werden, es darf nicht die Meinung gelten, als sei das circulirende Blut das allein Bewegliche und das Gefäss oder das parenchymatöse Bläschen und Fäserchen das Starre. — Wenn man noch der falschen Meinung fröhnt, dass nur der Nerv empfindlich und die Muskelfaser contraktil sei, dann wird man nie das Leben der andern Gewebe begreifen können. Dr. *Eisenmann*, welcher beziehungsweise sehr richtig den Contraktionsakt der Gefässe von dem Innervationsstrome der Nerven ableitet, vindizirt aber dazu eigene Cerebrospinalfasern, welche als nicht sympathische Nerven, zu den Gefässen laufen sollen.*) Ich werde später nochmals auf diese Angabe zurückkommen, muss aber schon hier bemerken, dass eine Annahme besonderer motorischer Gefässnerven sich theils nicht erweisen lässt, theils aber auch nicht als nöthig darstellt. Eine nähere Untersuchung von Nerv und Nervenaktion habe ich in meinem Werke: Neue anat. u. physiol. Untersuchungen über die Primitivfaser und das Wesen der Innervation (Göttingen bei Vandenhoek) gegeben und ich glaube darin auch die Mittel zur Erklärung unwillkürlicher, nicht sympathischer Nervenaktionen gegeben zu haben. — Hören wir, ehe wir weiter gehen, noch den trefflichen *Carus***) über diesen Gegenstand. „„Weil man gesehen hatte, dass im entwickelten Organismus die Bildungsvorgänge durch Gefäss-

*) *Häser's* Archiv, 1. Bd. 2. Hft., *Schmidt's* Jahrbücher, Bd. XXIX. S. 282.

**) System der Physiologie, II. Bd. S. 104.

leben wesentlich gefördert werden, so wollte man kein Bildungsleben begreifen ohne Gefässe. Wenn aber diese Vorgänge zwar in jenen Gebilden wesentliche Repräsentanten finden, allein sich schlechterdings nicht darauf beschränken, so ist es aber auch wahr, dass diese Vorgänge auch aller nicht erstarrten Thiersubstanz zukommen. Könnte denn eine Muskelfaser sich auf die elektromotorische Einwirkung des Nerven zusammenziehen, ohne diesen Einfluss auf ihre Weise zu empfinden und könnten Organe sich mit der grössten Gewalt zusammenziehen, in welchen, wie im Uterus, noch kein Anatom Muskelfasern nachzuweisen vermochte, welche dieser Gewalt einigermassen entsprächen, wenn alle Zusammenziehung nur von Muskelfasern geübt werden könnte? Dieses bedenke man also und lasse sich im bestimmten Auffassen der Beweglichkeit der Kanäle des Gefässnetzes nicht irre machen. Hätte man doch nur unsere eigene Hautfläche, wie sie durch und durch sich bewegt, in der Horripilation sich zusammenzieht, in freudigen Affekten aufschwillt, gehörig beachtet, man würde das eigenthümliche Bewegungsleben dieser Netze leichter begriffen haben, welches übrigens schon dadurch sich dokumentirt, dass die Verletzungen dieser Netzkanäle, wie wir sie bei jedem kleinen Stich oder Schnitt gewahr werden, Blutungen geben, welche in ganz kurzer Zeit durch Zusammenziehen dieser Kanäle gestillt sind.“ “ — Dass übrigens die kleinsten Arterien nicht nur elastische, sondern wirkliche contraktile Bewegung haben, beweiset das Experiment von *Schwann*, welches ich oft wiederholte. Wenn man das Mesenterium eines Frosches unter dem Mikroskope ausbreitet und einige Wassertropfen, welche etwas kälter,

als die Lufttemperatur sind, auf die Gefässe fallen lässt, dann verengern sich diese im Verlaufe von beinahe einer Viertelstunde bis auf das Dreifache ihres Lumens, so dass z. B. eine Arterie, deren Lumen 0,0724 engl. Linien betrug, nunmehr nur 0,0276 L. misst. Nach einer halben Stunde nehmen sie dann ihre frühere Räumlichkeit wieder an. Kann man in diesem Phänomen noch eine Lebenserfühlung leugnen?

## §. 21.

Ueberblicken wir die empirischen Versuche, welche Erklärung geben sollten über das vitale Verhalten des Capillargefässsystems bei den Reizen äusserer Potenzen, so können wir mit *Joh. Müller* *) sagen, dass die sogenannten Resultate so verschiedene Auslegungen zulassen, dass sie gar nichts zur Erklärung des Zustandes der Capillargefässe in der Entzündung beitragen und dass man sich nur auf das Thatsächliche des Entzündungsprozesses selbst beschränken müsse.

Was nützt es uns in der Wissenschaft, dass wir erfahren, auf diese oder jene Potenz sei Erweiterung oder Verengerung, Stockung oder Strömung erfolgt? Was *Wedemeyer* sah, fand *Hastings* nicht, was *Wilson Philip* beobachtete, stimmte nicht mit den Resultaten *Hall's* und Anderer überein. So viel ist gewiss, dass auf jede Einwirkung einer äusseren Potenz eine Umstimmung des Capillargefässsystems und überhaupt der ganzen lebenden Umgebung, der Ex- und Endosmose erfolgen muss, dass Säuren und

---

*) Physiologie. 217.

Salze theils den erfühlenden Gefässkanal modifiziren, theils dadurch die Bewegung des Blutes oder Plasma's ändern, aber auch von grossem Einflusse auf die Exosmose und Endosmose des Gefässinhaltes sein müssen und dadurch auch natürlicher Weise die qualitative und quantitative Bewegung moderiren werden. — So viel geht aber aus allen unternommenen, rein empirischen Versuchen hervor, dass, mögen die ersten Erscheinungen im gereizten Gefässsystem auch noch so entgegengesetzt sein, bei längerer Dauer des Reizes doch immer die Symptome parallel auslaufen und namentlich diejenigen Erscheinungen zeigen, welche man vorzugsweise Entzündung genannt hat. Ferner hat es sich herausgestellt, dass alle heftiger einwirkenden Potenzen, welche eine intensivere Affektion des Gewebes hervorrufen, mit Einschluss einer Verwundung, die Reihe von Zuständen im Capillargefässleben veranlassen, welche die Symptome der Entzündung genannt werden, während schwächere Potenzen, wie Ammonikauflösung, Kochsalz etc. die Gefässe anfangs verengern und demgemäss, weil in einem engen Raume die Geschwindigkeit einer laufenden Flüssigkeit rascher erfolgt, auch den Blutlauf beschleunigen. Zu bemerken ist dabei aber stets, dass solche Solutionen, welche wie die oben genannten, als Reize gebraucht wurden, auch die Eigenschaft haben, die Gerinnbarkeit des Plasma aufzuheben und also neben der anfänglichen Verengerung die Stockung verhindern. Bald aber erweitern sich die Kanäle immer mehr und die Erscheinungen gehen dann erst in Entzündungssymptome über, wenn der einwirkende Reiz mehr als eine vorübergehende Erfühlung im Gefässleben hervorzurufen im Stande ist.

Nach allen Versuchen über das Verhalten des Gefässlebens bei Applikation äusserer Reize, habe ich stets gefunden, dass gleich nach der Erfühlung der Reizung, wozu jedes lebende und impressionable Gewebe fähig ist, ein Turgor, eine höhere Lebensaktion, eintritt, welche auf unterster Potenz als Bildung, d. i. als grössere Spannung der Gefässröhre, stärkerer Blutlauf, kräftigere Plasmaströmung, in höherer Potenz aber als Gefässcontraktion und Entzündungsakt erscheint; dass aber nach einer gewissen Dauer und Intensität der Reizung ein rückgängiges Leben in Erweiterung der Gefässe und Blutstasis, als Streben des Blutes sich selbst umzubilden — vorherrschend wird.

## §. 22.

Fragen wir nun, wie offenbart sich die Entzündung, was ist sie ihrem Wesen nach, was will der Organismus damit sagen und was dadurch erreichen?

Wir besitzen mehrfache Arbeiten über die sichtbaren Symptome der Entzündung, d. h. über die Thatsachen, welche die Beobachter theils in entzündeten Geweben selbst machten, theils in künstlichen Versuchen als der Entzündung homogen erkannten und sie auf den pathologischen Akt übertrugen. *Kaltenbrunner* *), *Koch* **), *Thomson* ***),

*) *Exp. circa statum sanguinis et vasorum in inflammatione. Monach.* 1826. Vergl. damit *Heusinger's* Zeitschrift. Bd. I. 326.

**) *Meckel's* Archiv, 1832. p. 170.

***) Ueber die Entzünduug, übersetzt von *Krukenberg*. Halle 1820.

*Schultz**), *Baumgärtner***) und *Emmert****) bestimmten die Erscheinungen der Entzündung in folgenden Momenten: Anfängliche Verengerung der Capillargefässe und beschleunigte Bewegung des Inhaltes, gewöhnlich pulsatorisch erkennbares Fortrücken der Blutkügelchen; alsdann immer grössere Verlangsamung, oscillatorisches Hin- und Herschwanken, theilweises Stocken des Blutes, Erweiterung der Gefässe; ferner allgemeine Stasis, Umwandlung des Blutes in eine flüssige, homogene rothe Masse; endlich im höchsten Grade: Resorption oder Auflösung der Gefässwandungen, Verschwimmen des Blutes mit dem Parenchym des umgebenden Gewebes, Verschwinden der Grenzen zwischen Festem und Flüssigem. †)

§. 23.

Verweilen wir zuvörderst bei diesen Erscheinungen und verfolgen wir sie in den Akten ihres Auftretens. Ich werde mich hierbei durchaus an eigene Untersuchungen halten, wie ich sie seit einer Reihe von Jahren bei vorkommenden Gelegenheiten machte. Nach allen Erfahrungen und nach den Bestimmungen des organischen Bildungslebens, haben wir die Entzündung rein an sich und ohne vorläufige Berücksichtigung ihrer Ursachen und

---

*) System der Circulation. S. 185.

**) Nerven und Blut. S. 112.

***) *Schmidt's* Jahrbücher der Medizin. Bd. XII. S. 113.

†) Nach *Gluge*, v. seine mikrosk. Untersuchungen, pag. 33, soll das Blut aus den Gefässen, wenn es in das Parenchym eintritt, die Elementargebilde der Gewebe nicht zerstören, sondern nur mechanisch von einander drängen und trennen.

Komplikationen, als einen Akt des Gefässlebens anzuerkennen, in welchem es zurückzutreten strebt, um einen Zustand momentan herbeizuführen, wie derselbe in niedern stark reproduktionsfähigen Thieren mit unvollkommenen Gefässen normal, oder wie er im Leben höherer Geschöpfe einst im ersten Embryobilden als Durchgangspunkt erschienen war. —

§. 24.

Diesen Akt habe ich, vom physiologischen Standpunkte aus, nur allein im Prozesse der Entzündung erkennen können. Wo ein entwickeltes Gefässleben ist, da entsteht Entzündung, um das Capillarleben zurückzudrängen und Bildung möglich zu machen, denn ein vorherrschendes Gefässleben ist aller elementaren Bildung hinderlich. Was ist es aber nun, was das wesentliche Moment zur Bildung sein und was als Resultat der entzündlichen Aktion vorherrschen soll? Ich beantworte diese Frage folgendermassen: Der ganze Prozess der Entzündung bezweckt, eine grosse Menge parenchymatöser Urbildungsflüssigkeit (Eistoff, Plasma) gegenwärtig zu halten, welche aus der Circulation gesetzt und zu elementaren Gebilden gerinnen soll. Nur Plasma, oder wie man seltsamer Weise auch sagt, aufgelöster Faserstoff, ist das Bildsame und in der Entzündung Wesentliche. Wo dieses Plasma über das Gefässleben dominirt, wie in niedern Thieren, im Ei, in der Krystalllinse, da kann es bilden und sich auflösen ohne Entzündung, d. h. ohne Zurücktreten des Gefässsystems, wo aber dieses das

Gewebe durchdringt und in demselben circulirt, da muss es auch das Plasma nur in solcher Menge ergiessen können, als im Vorüberlaufen exosmotisch austritt und eben zur organischen Tränkung hinreicht. Diese Menge, welche auch durch Aufsaugung wieder verringert wird, ist aber nicht genügend, um durch Ueberschuss verloren gegangene Substanz zu restituiren oder eine durchaus neue Bildung zu basiren und desshalb tritt das Gefässleben momentan zurück und lässt das Plasma im freien Ergusse vorherrschen. Entzündung ist daher kein erhöhtes Leben, wie einige Aerzte glauben, sondern nach der anfänglichen, scheinbaren Turgescenz, als Einleitung und Vermittlung der Sistirung des Gefässlebens, sinkt vielmehr mit der Sistirung auch die Vitalität des Capillarsystems und nur das organische Leben im indifferenten Plasma ist rege. Diese Vitalität äussert sich aber nur durch Produktion, womit freilich jede Lebensaktion auf unterster Stufe beginnt. Entzündung ist aber ein ganz entschieden eigenthümlicher Zustand, den man weder sthenisch noch asthenisch nennen kann, sondern bei dem oft die Vitalitätsstimmung unverändert, oder erhöht oder vermindert ist.*)

## §. 25.

Um den Lebensturgor von dem Zustande der Entzündung richtig zu unterscheiden, will ich hier beide Erscheinungen zusammenstellen und vergleichen. In der Turgescenz und in dem damit physiologisch verwandten erigirten Zustande, finden wir, als Zeichen eines grösseren Blutreich-

*) Auch *Joh. Müller* theilt diese Ansicht vollkommen. Man sehe: Physiologie 219.

thums, eine stärkere Röthung in Folge der Aufnahme von Blut in das feinste Gefässnetz und der grösseren Bewegung; es zeigt sich erhöhte Wärme und Spannung des Gewebes, eine Spannung, welche aber nicht auf eine muskelähnliche Contraktion begründet ist, sondern gerade im Gegentheile auf Ausdehnung und Vergrösserung des Gewebes beruht. Diese Spannung bedarf einer neuen Erklärung. Jede Lebenssteigerung nämlich drückt sich in der Substanz dadurch aus, dass diese in einen höheren Zustand, in einen Fortschritt der Bildung gebracht wird. Die unterste Substanz stellt sich als Flüssiges dar; ein Fortschritt des Flüssigen ist das Flüssigweiche, dieses strebt nach der Gestalt des Weichen, dieses wieder nach dem Festweichen und so geht die Bildungsstufenleiter hinauf durch Festes zum Starren. Ein gesteigertes Leben kann nicht gedacht werden, ohne Steigerung der Substanz in der angegebenen Stufenfolge, es wird daher das Flüssige zum Flüssigweichen, das Festweiche zum Festen, je nach dem Grade der das Gewebe bildenden Elementarformen, es muss also im Turgor und in der damit verwandten Erektion in allen Elementen der erregten Gewebe ein momentaner Fortschritt Statt finden, der allen Elementen gleichzeitig zukommt, sobald der erregende Strom der Innervation über sie hinzieht und es wird niemals zu einer Erklärung führen, wenn man das Phänomen nur in einem Theile aktiv und in den andern Theilen passiv erkennen will. Es wird daher keine vermehrte Blutbewegung den Anstoss allein geben, es wird keine Verdickung der Gefässwandungen, nach *Schultz* *)

*) System der Circulation.

allein Ursache sein, wenn sie übrigens Statt fände, was ich sehr bezweifle. Im Moment, dass von einer Innervation das Gewebe in seinem Leben gesteigert wird, rückt auch das Gewebe selbst in seinen verschiedenen Substanzgraden einen Schritt weiter in der Richtung des Starren, die Gefässkanäle werden fester und aufgerichtet und es muss auch darin die leichtere Bewegung des Blutes ihre Ursache finden. Dazu kommt, dass das Capillarnetz eine zum Centralblutleben sich polar verhaltende Selbstständigkeit und relative Unabhängigkeit hat, die aber, eben weil sie polar ist, auch durch ihre Umstimmung auf das Centralleben zurückwirken muss. Die Erscheinung aber, welche wir im Turgor und auch im Anfange eines entzündlichen Zustandes gewahren, nämlich ein pulsirendes Vibriren der peripherischen Gefässe — darf nicht als vom Herzen ausgehende und fortgehende Pulsation betrachtet werden, denn dies wäre nicht gut erklärlich; es muss vielmehr darin ein Akt begriffen werden, welcher sich auch in andern Analogieen ergiebt, z. B. im Caudalherzen des Aals, wenn nämlich eine Gefässschlinge, namentlich wo mehre Ströme coincidiren, so sehr in ihrem Leben und also in ihrer Erfühlung gesteigert wird, dass sie gegen den Reiz pulsatorisch reagirt. Ein Pulsiren in feinen Gefässröhren ist immer ein Zeichen, dass das zum Herzen polar sich verhaltende peripherische Gefässleben den Grad der Selbstständigkeit erreichte, um selbst die motorisch-rhythmische Reaktion einer Pulsvibration ausüben zu können. —

§. 26.

Die Erscheinungen der Turgescenz, wie sie eben in ihren wesentlichen Momenten dargestellt sind, zeigen uns

jetzt ihren grossen Unterschied von den Erscheinungen der Entzündung. — Hier ist keine Lebenssteigerung im Sinne des Turgor wahrnehmbar, und die Erscheinungen einer scheinbaren Turgescenz sind theils schnell vorübergehend, theils eben nur scheinbar. Wenn sich ein Gewebe entzünden will, wenn also das darin liegende Gefässnetz die Aktionen beginnt, welche wir Entzündung nennen, dann beobachten wir zunächst eine anfängliche Verengerung der Gefässröhren bei physikalisch erfolgendem raschern Bewegen des Inhaltes. Die anfängliche Verengerung ist aber Folge eines Reizes, welcher entweder örtlich von Aussen kam oder in einer allgemeinen Umstimmung des Blutlebens seinen Grund hatte und sich, dem Wesen des Krankheitsbildes gemäss, örtlich abspiegelte. Diese örtliche Reizung kann aber nicht ohne Rückwirkung auf das Centralblutleben und das Nervenleben bleiben, die centrifugale Innervation erregt vermehrten Blutzufluss nach dem Orte der Reizung, die verengerten Gefässe verlangsamen jetzt die Bewegung des Blutes und des Plasmas, es zeigt sich ein unregelmässiges Oscilliren, dann aber ein Stocken und erschlaffendes Erweitern der Gefässröhren. Mit dieser Erweiterung ist jedes Phänomen von Turgescenz verschwunden und es tritt sogar ein rückgängiger Prozess im Gefässnetze ein. Das Gewebe ist nicht, wie bei erhöhter Lebenssteigerung, gespannt, sondern nur verdichtet, denn eines Theils liegt das stockende Blut in den erweiterten Räumen der Gefässröhren, andern Theils tritt die flüssige Blutmasse zersetzt in die Interstitien des Parenchyms und dehnt dieses mechanisch aus.

§. 27.

Hier begegnen sich nun zwei polare Momente; auf der Gefässseite Rückbildung, Streben nach Obliteration, auf der Blutseite Fortbildung, Streben nach Ersatz des Aufgegebenen oder nach Neubildung. Ehe wir indessen die Entzündungsmomente von hier aus weiter verfolgen und in ihrer Bedeutung entwickeln, müssen wir uns noch über das Verursachende der Entzündung, über die Momente, welche es möglich machen, dass überhaupt eine Entzündung entsteht, hellere Aufschlüsse gewähren.

Man pflegt in der Krankheitslehre im Allgemeinen von Entzündung aus äusseren und inneren Ursachen zu sprechen. Eine Entzündung aus äusserer Ursache ist nicht Krankheit zu nennen, insofern die Entzündung nur eine organische Reaktion gegen die dem Organismus widerfahrene Beschädigung ist, es ist z. B. die Substanz getrennt, oder verloren gegangen, es hat sich ein fremder, reizender Körper in die Substanz gedrängt und die Entzündung tritt hier als Vermittlung auf, die Trennung, den Substanzverlust auszugleichen oder den fremden Reiz zu entfernen. Eine Entzündung aus inneren Ursachen ist dagegen das Glied eines Krankheitsprozesses, welcher sich am Organismus auszuleben strebt und in reiner ideeller Weise als Fieber das ganze Blutleben ergreift und umstimmt, aber auch concret zu werden sucht in dem Phänomen der Entzündung. Diese Entzündung ist dann entweder Zeichen eines von Krankheit irregeleiteten, umgestimmten Blutlebens und einer Richtung zur partiellen Sistirung des normalen Bildunglebens, wie so viele

torpide Entzündungen aus allgemeinen Ursachen bezeugen, oder sie ist ein Akt krankhafter Produktion, indem die Krankheit so concret als möglich zu werden sucht durch Neubildung und Pseudomorphose, durch irgend eine concrete Verbildung, die als Abspiegelung der Krankheit erscheint und zu ihrer Realisirung keinen andern Akt hat, als den der Entzündung, d. i. den gewaltsamen Akt des Organismus, um zur Bildung besonderer Glieder zu gelangen. —

§. 28.

Nach diesen Unterscheidungen müssen wir auch den Entzündungsprozess beurtheilen, der uns zweifach, entweder als reine Sistirung des Gefässlebens oder als Mittel zur Restitution oder Pseudomorphose erscheint. Auf der einen Seite regt sich ein normales Bildungsleben in den entzündeten Geweben, auf der andern Seite erkennen wir das Hervordrängen parasitischer Bildung, Umwandlung und Wucherung auf dem Boden des organischen, von Krankheit retardirten und gedrückten Lebens. Zur leichteren Uebersicht wollen wir die Entzündungsmodifikationen folgendermassen im Einzelnen betrachten: 1) Entzündung, als Akt der Restitution, *Inflammatio exsudativa* und *suppurativa*. Hierher gehören die Erscheinungen der Adhäsion *prima et secunda intentione*, der Regeneration. 2) Entzündung als Akt der Verbildung und concreten Abspiegelung parasitischen Krankheitlebens, *Inflammatio pseudomorphotica*, endlich 3) Entzündung ohne Bildung und nur als

Akt krankhafter Sistirung des partiellen Capillargefässlebens, *Inflammatio katamorphotica* und *typhosa;* im mildern Falle als *Inflammatio torpida*, im schlimmsten als *gangraenosa* auftretend.

§. 29.

Um unsere Eintheilung vollständig zu machen und leichter überblicken zu können, da ich nach derselben meine Darstellung folgen lassen werde, setze ich das Schema derselben hierher, wie meine Untersuchungen dasselbe als das Fasslichste und Wesengemässeste mir bestätigten. Die spätere Entwicklung der einzelnen Zustände möge den Leser dann von der inneren Verschiedenheit der rubrizirten Entzündungsmomente immer deutlicher überzeugen.

A. *Entzündung als Akt der Restitution und Regeneration.*
   a) *Inflammatio exsudativa* im Allgemeinen.
   b) *Adhaesio* und *Regeneratio prima intentione.*
   c) *Inflammatio suppurativa* im Allgemeinen.
   d) *Reunio* und *Regeneratio secunda intentione.*

B. *Entzündung auf dem Wege zur Bildung unterbrochen und in andere Zustände übergehend.*

a) Uebergang in Zertheilung. *Resolutio.*
b) Uebergang in Verhärtung. *Induratio.*

C. *Entzündung als Akt der Verbildung und concreten Abspiegelung parasitischen Krankheitlebens. Inflammatio pseudomorphotica.*
a) Pseudomembran-Bildung.
b) Krankhafte Geschwülste, Wucherungen, scirrhöse, carcinomatöse und fungöse Bildungen.

D. *Entzündung ohne Bildung als Akt krankhafter partieller Sistirung der Capillargefässe, im höheren Grade örtliche Zerstörung des Lebens. Inflammatio katamorphotica.*
a) *Inflammatio torpida, typhosa etc.*
b) Exulceration.
c) *Gangraena.*

## §. 30.

Vergegenwärtigen wir uns jetzt, ehe wir zur speziellen Untersuchung der einzelnen Kapitel übergehen, noch einmal das Urphänomen der Entzündung und Stasis, damit wir dann in der Folge die Modifikationen desselben leichter unterscheiden können. Ich habe hier den Zweck vor Augen, den oft angeregten Streit über den Einfluss des Nervensystems auf die Stasis, *vulgo* Entzündung zugleich hervorzuheben, der von Einigen zu sehr, von Vielen zu wenig berücksichtigt

wurde. Das Urphänomen der Entzündung zerfällt in zwei allgemeine Akte, worauf dann ein dritter Akt als Entzündungsausgang folgt, welcher aber hier nicht verfolgt und im Allgemeinen festgestellt werden kann, weil er ebenso verschieden, wie die Entzündungsausgänge selbst ist. Diese haben wir aber später nach dem vorstehenden Schema zu untersuchen.

Die beiden allgemeinen Akte der Stasis, *vulgo* Entzündung, sind sich entgegengesetzt, indem der eine in seinen Gegensatz, in den andern übergeht. — Sie sind folgende:

Erster Akt. Reiz. — Erfüllung desselben, Reaktion durch Innervationsströmung oder Gefäss selbst. — Folge davon: Contraktion der Gefässe. Dadurch bedingte raschere Blutbewegung im engeren Lumen nach physikalischen Gesetzen; ferner vermehrter Zufluss und starker Gegendruck des Blutes gegen die Kanalwandung.

Zweiter Akt. Erschöpfung der Contraktilität in den Kanalwandungen, Erweiterung der Capillarität, sowohl in der arteriellen, als venösen Seite; eine im Grade der Erweiterung gleichmässige Verlangsamung und Trägheit der Blutbewegung, unregelmässige Oscillation, Schwanken und Stasis, mit den Symptomen der Röthe, Wärme und Geschwulst, als Folge der Anhäufung des Blutes; des Schmerzes als Folge der Erfühlung des abnormen Zustandes durch percipirende Nervenfasern. *) — Plasma

*) Man liest in Chirurgien, dass der Schmerz durch mechanischen Druck der Geschwulst auf die Nerven entstehe. — Eine empirisch-irrige Erklärung, da die percipirende Nervenfaser durch Druck betäubt wird und, wenn er Statt hat, das Gefühl der Taubheit in entzündeten Theilen veranlasst. —

ergiesst sich exosmotisch in die Gewebe, und die Blutbläschen verlieren ihre innere Organisation, da sie nicht durch die beiden Pole der Circulation — Lunge und Körperparenchym, atmosphärischen und eigenleblichen Pol — geführt werden. —

§. 31.

Diese beiden Akte fehlen niemals, wenn wir einen Theil des Organismus entzündet nennen. — Wenn der Leser die beiden Akte, wie sie eben dargestellt sind, genau durchgeht, dann wird er finden, dass alle Momente mit Bestimmtheit und gleich sich selbst erklärend, angegeben sind, bis auf einen Moment im ersten Akte, nämlich, wo gesagt wird: die als Contraktion der Haargefässe motorisch auftretende Reaktion geschehe durch Nerven oder durch die Gefässe selbst. Hier ist ein Spielraum der Erklärung geblieben, welcher wissenschaftlich erörtert werden muss und dazu diene der folgende Paragraph.

§. 32.

Wir stellen uns hier die Frage: „Hängt die motorische Aktion des Capillargefässes, und also auch die Blutbewegung in demselben, direkt vom Einflusse der Nerven ab, oder ist das Gefäss an sich, als lebendes Glied eines individuellen Lebens, alterirbar und reaktionsfähig?"

Bekanntlich vertheidigen *Baumgärtner* und *Treviranus*, so auch *Koch**), die direkte Mitwirkung der Nerven im

*) *Meckel's* Archiv. S. 443.

Akte des Capillarnetzes. Sie schlossen aus Versuchen, welche den Nerveneinfluss aufhoben und langsamere Bewegung, selbst Stasis des Blutes zur Folge hatten; wie aber dieser Akt selbst vor sich gehen könne, blieb dunkel. Sollen Nerven die Capillarbewegung verursachen, so kann dieses doch nur folgendermassen geschehen: Der Blutstrom hat theils einen Anstoss durch das Herz, theils aber und dieses ist das vorzüglichste Moment, was vor jedem Herzschlage schon im Embryo kreisende Bewegung hervorrief — eine elektromagnetische Polarität, die ihn vom Centro abstösst und in der äussersten Peripherie, wo er seinen Pol verwandelt, wieder anzieht.*) — Dieser selbst kreisende Blutstrom berührt die Wand des Gefässes, dieses erfühlt die Berührung und die das Gefäss umspinnenden Nerven werden von ihrer nächsten Gangliencentralstelle aus, in Folge einer percipirenden Zuleitung der Alteration, zur centrifugalen Innervation erregt, die nun im Gefässe den motorischen Akt, die Contraktion veranlasst.**) — So ungefähr kann

*) Die Circulation geschieht ja auch ohne Herz, wie *Wedemeyer* in zwanzig Fällen sah (Untersuch. über den Kreislauf. S. 381). Es kreisen Säfte in der Chara ohne Nerven, das Blut läuft durch den Nabelstrang, der, trotz *Schott* (Controverse über d. Nerven des Nabelstrangs, Frankfurt) keine Nerven besitzt; ja es findet Circulation in hirn- und rückenmarklosen Neugeborenen Statt. Man denke auch an das *Faradey*'sche Experiment mit kreisenden galvanischen und magnetischen Polen.

**) Ueber den Akt der Nervenleitung sehe man meine „Neuen anatom. und physiolog. Untersuchungen über die Primitivfaser etc.“ a. a. O. —

der direkte Nerveneinfluss geschehen. Doch diese Betrachtung verlangt noch einen weiteren Gesichtspunkt.*) — Jedes lebende Organ bedarf von keiner andern Seite her belebt zu werden, als eben durch sich selbst. Es kann aber in einem Gliedbau verschiedener, nur im Ganzen ihre Bedeutung findender Systeme kein einzelnes

---

*) Recht aus meiner innersten Ueberzeugung geschrieben ist folgender Satz von *Carus*, den ich hier hersetzen muss: „„Sehen wir, dass allgemein geänderte Spannung des Nervenlebens Blutbewegung und Blutmetamorphose ändert, ja, dass örtlich veränderte Nervenspannung ein wesentliches Moment ist, um auch örtlich das Leben der peripherischen Gefässnetze zu ändern, so verstehen wir auch die Bedeutung der überall das Gefässsystem begleitenden, umspinnenden Nervenfäden, wodurch fast überall jenes Verhältniss wiederholt wird, welches schon im Keimpunkte in mikroskopischer Feinheit zwischen sensiblem Blatt und werdenden Blute bestand. Will man aber der Sache näher auf den Grund gehen, so wird man finden, dass bei diesen Fragen über den Nerveneinfluss auf Gefässsystem und Herzbewegung hauptsächlich die alte, irrige Vorstellung im Hinterhalte lag, das Nervensystem sei der Hauptsitz dessen, was man Lebenskraft nannte, wer aber von den Vorstellungen noch nicht sich losmachen kann, ein Organ könne ursprünglich in sich leblos sein und sein Leben erst wo anders her erhalten oder werde überhaupt erst durch eine, zu ihm hintretende Kraft belebt, der wird nicht über das Verhältniss von Gefäss- und Nervensystem in's Klare kommen. Will man alle Versuche nachlesen, welche *Legallois, Wilson Philip, Clieft, Marshall Hall, Flourens* u. A. gemacht haben, so wird man finden, ihre Resultate seien durchaus keine andere, als was auf dem Wege durch Beachtung der Entwicklungsgeschichte und der organischen Verhältnisse des Gefässsystems viel leichter erkannt wurde, ja selbst jene Resultate bleiben ohne diese Betrachtung dunkel.““ —

System unabhängig für sich leben, sondern muss in einer Lebenswechselthätigkeit mit allen andern stehen. Dieses Beziehen eines Systems auf ein gegenüberstehendes muss aber auch um so entschiedener hervortreten, je mehr ein System die differente Bildung eines Theils des Ganzen ausdrückt, indem es ja dann einseitig wird, wenn man es allein für sich betrachten wollte. Je mehr aber ein System auf der Stufe der Indifferenz stehen geblieben ist, um so mehr muss es auch die Lebensmomente des Ganzen theilen, weil ja gerade im Indifferenten die Potentia des differenten Ganzen liegt.

Wenden wir diesen biologischen Satz auf das Gefässsystem an, dann haben wir im Capillarnetze die möglichste Indifferenz zwischen Arterie und Vene, also des ganzen, entwickelteren Gefässsystems anzuerkennen. Während das in einen entschiedeneren Gegensatz zu andern Systemen getretene Arterien- oder Venengefäss auch sich in gleichem Grade auf seinen Gegensatz beziehen muss, also den Einfluss des Nerven auf sein Leben anlangt, tritt im Capillarsystem dieser Gegensatz schon mehr zurück und liegt in einer und derselben Bildung *potentia* ausgedrückt. Es muss jedes Haargefäss an sich Erfühlungs- und Aeusserungsvermögen ohne Nervenvermittlung besitzen, d. h. es muss einen Reiz, z. B. den der elektromagnetischen Blutwelle, erfühlen und als Reaktion sich zusammenziehen können. — Allenthalben aber, wo Nervenfädchen die feineren Gefässe umspinnen, da wird auch dieses Erfühlungs- und Reaktionsvermögen des Gefässes erhöht, indem der polarisirende Hauch der Innervation darüber hinströmt.

§. 33.

Das Resultat dieser Betrachtung ist also, dass die Contraktion der Haargefässe zunächst ein der Gefässwand zukommendes, selbstständiges Lebensphänomen ist, dass aber die sich entwickelnde und das Gefäss umspinnende Nervenfaser dieses Lebensphänomen steigern und modifiziren kann. —

§. 34.

Die mancherlei Versuche, die an lebenden Thieren über diesen Gegenstand unternommen sind, haben keinen Werth für eine allgemein biologische Erklärung; auch bestätigen sie sich nicht. Ich habe früher, als ich die Empirie um Aufschluss fragte, den *Nervus ischiadicus* eines Frosches durchschnitten und sah nicht, wie *Treviranus*, ein Sistiren der Circulation in der Schwimmhaut und *Baumgärtner* hatte schon früher die Beobachtung gemacht, dass bei gehöriger Feuchthaltung der Schwimmhaut die Circulation in derselben fortdauert. Auch hält der Versuch *Koch's* *) nicht Stich, wenn er im amputirten Froschschenkel Sistirung, im getrennten uud nur am Nerven hängenden Schenkel Fortdauer des Capillargefässlebens gesehen haben will. Einestheils bestätigt sich das angegebene Resultat nicht und wenn es auch der Fall wäre, so würde es gar nichts erklären, denn eine so gewaltsame Unterbrechung eines organischen Ganzen muss nothwendig modifizirend auf die Lebensäusserung

*) *Meckel's* Archiv, 1827. pag. 443.

einwirken, namentlich, wo ein polares Verhalten zweier Blutströme die Bewegung vermittelt.

§. 35.

In neuester Zeit hat Dr. *Eisenmann**) die alte Frage wieder angeregt in seiner Lehre von der Stasis etc. Er hält Circulation und Stasis von einem direkten Nerveneinflusse ausgehend und spricht sogar von besondern, motorischen Nervenfädchen, welche nicht dem sympathischen Systeme angehören, sondern Cerebro-Spinalnerven sein sollen.

Dass der Sympathicus kein einziger Regulator des Bildungslebens und dabei im letzten Grunde nur ein eigenthümlich gebildetes System von Cerebro-Spinalnerven ist, habe ich in meinen „Untersuchungen über die Nervenfaser" (Göttingen) des Weitern ausgeführt. *Eisenmann* giebt für seine Annahme besonderer, in der Stasis wirksamer Nerven folgende Belege: Wenn man den Trigeminus, gleich nach seinem Ursprunge im Schädel, über dem Felsenbein durchschneidet, so entwickelt sich auch in allen Theilen, wohin die Empfindungsnerven des Stammes laufen, Stasis, z. B. im Auge erkennbar; wenn die *Nerv. vagi* durchschnitten werden, dann entsteht Stasis in Lungen und Magen; Lähmung des untern Rückenmarktheils bewirkt Entzündung und Vereiterung der Harnblase, Durchschneidung des *Nervus spermaticus* hat Hodenentzündung zur Folge. *Eisenmann* nimmt daher

---

*) *Häser's* Archiv, 1. Bd. 2. Hft. und Jahrbücher v. *Schmidt*, Bd. XXIX. S. 282.

an, dass alle vegetativen Nerven von eigends qualifizirten motorischen Nerven begleitet sind, indem kein Nerv zweierlei Verrichtungen habe und Nerven, welche dem organisch-galvanischen Ernährungsprozesse vorstehen, auch nicht Bewegung functioniren können. Ferner verwandeln sich oft Nervenleiden, wie Hysterie, Neuralgie in Stasen und Entzündung und Gemüthsbewegungen üben auf die Stase grossen Einfluss. Auch beobachtet man Stase als örtliche Reaktion gegen Krankheitsprozesse, aber es ist doch nicht denkbar, dass Bildungsnerven, welche der anomalen Plastik vorstehen, zugleich auch gegen sich selbst reagiren. Schliesslich sagt *Eisenmann*, dass, wenn die in Frankreich gemachten Beobachtungen sich bestätigen sollten, nach denen nämlich die verschiedenen Reize bei kaltblütigen Thieren keine Entzündung hervorbringen *), diese ausser allen Zweifel liessen, dass die Haargefässe nicht an sich Bewegungsfähigkeit besässen, sondern diese erst durch besondere Nerven erhielten.

## §. 36.

In den obigen Angaben liegt Wahres und Falsches. Das Wahre ist darin ausgesprochen, dass keine Nervenfaser verschiedene funktionelle Energien habe und also die Fasern, welche die Gefässe umspinnen, vorzugsweise motorische sein müssen, welches auch *Remak* nachgewiesen hat. Das Falsche liegt aber theils darin, dass *Eisenmann* glaubt, die Gefässröhre, als ein Le-

*) Nähere Notizen über diese Beobachtungen sind zu finden in *Schmidt's* Jahrbüchern Bd. XXVI. S. 275.

bendes, bekäme erst von einem Hinzutretenden die Lebensbewegung (was ein, der heutigen Biologie ganz feindlicher Begriff ist), theils aber auch darin, dass er die Contraktilität des Gefässes mit der Entzündung verwechselt. Ein kaltblütiges Thier zeigt allerdings Bewegung der Gefässe auf Reize, ohne dass Entzündung zu erfolgen braucht, weil ja, wie ich früher schon bemerkte, hier das Gefässsystem nicht so different hervortritt, um durch eine Stasis rückgängig werden zu müssen, und dadurch Bildungsvorgänge im Plasma zu begünstigen. So hat auch Dr. *Stilling* in Kassel über den Nerveneinfluss auf Blutbewegung in Capillargefässen neulich seine frühere Ansicht, welche er in seinem Werke „Spinalirritation" p. 161 gab und die dahin lautete, dass die Nervendurchschneidung nur dann Stasis bewirke, wenn die Nervenenden ihre allmälig erlöschende Kraft verloren hätten (eine übrigens sehr nebulose Anschauung) zurückgenommen und die Stasis nach Aufhebung des Nerveneinflusses bestimmt anerkannt.*) Er hat diese Ansicht an krankhaften Bildungen bei Fröschen gewonnen, bei denen er durch Nervenzerstörung Stasis bewirkt hatte. Für die Stasis nach Nervendurchschneidung erklärte sich auch bekanntlich *Treviranus*, dagegen sprachen die Versuche von *Bichat*, *Stannius* und *H. Nasse* (in den Beobachtungen über die Wirkung der Entziehung des Nerveneinflusses auf Entstehung der Entzündung**). Es ist merkwürdig, wie die Forscher immer wieder auf die

*) *Müller's* Archiv. Heft II. III. S. 285 ff.

**) Untersuchungen von *Fr.* u. *H. Nasse*. 1. Hft. p. 98 99 ff.

alte Meinung fallen, als gäbe das Nervensystem erst dem übrigen Organismus Leben und als könne dieser an sich leblos gedacht werden (d. h. ohne innere Bewegung).

Diese Digression möge genügen, um den Grundsatz fester zu stellen, dass es nicht allein Folge der Nerven sei, was wir Bewegung der Gefässe nennen, sondern dass diesen auch eine Contraktilität, wie jedem lebenden Theile zukomme und dass die Nerven nur die ursprüngliche Gefässbewegung in der Lebensaktion durch den Strom der Innervation steigern.

## A. *Entzündung, als Akt der Restitution und Regeneration.*

### §. 37.

Wir haben es hier mit derjenigen Entzündung zu thun, welche auf irgend eine Schädigung des Organismus am betreffenden Orte entsteht, deren Resultat eine Wiederherstellung der organischen Integrität, und deren Produkt ein in die Substanzmetamorphose des Lebens eintretendes Gewebe ist. Es zeigen sich hierzu zwei Wege, der exsudative und der suppurative und beide haben wir im Einzelnen näher zu betrachten. In beiden Prozessen ist aber das wesentliche Moment darin gegeben, dass eine lokale Alteration der nutritiven Richtung des Blutlebens Statt findet und da dieses in einer Suprematie plastischer Flüssigkeit erreicht wird (die Blutkörperchen gehen an den Parenchymen vorüber, ohne zur Stoffbildung beizutragen, wozu sie als organisches Produkt der Blutgährung viel zu different sind) und da Plasma nur dann zur Bildung krystallisirt oder gerinnt, wenn es in relative Ruhe ge-

rathen, also ausserhalb des Gefässsystems angelangt ist, so bezweckt die Natur in der exsudativen und suppurativen Entzündung: 1) erhöhte Plastizität; 2) erreicht sie diese durch Blutzudrang; 3) wird die lokale Circulation unterbrochen, indem die Blutkörper stocken und ihre Organisation aufgeben; 4) es ergiesst sich eine grosse Menge gerinnbaren Plasmas in das Parenchym. — Auf der einen Seite also vermindertes Leben innerhalb der Gefässe, auf der andern erhöhte Bildung ausserhalb der Gefässe, wodurch dieser Prozess, namentlich der exsudative, wieder an die erste, embryonische Entwicklung erinnert, wo die Gefässe secundär, das Plasma aber primär auftritt. — Die Suppuration ist aber eigenthümlich und abnorm. Die Eiterung ist eine neue Absonderung, welche sich dadurch von der Exsudation unterscheidet, dass erstere aus dem Körper ausgeschieden wird, letztere aber im Körper bleibt, beide aber die nutritive Seite des Lebens in sich tragen und entweder zur wirklichen Neubildung übergehen, wie Exsudation, oder eine Neubildung begleiten.

## §. 38.

*Köstlin* *) sagt daher von der exsudativen Entzündung sehr richtig: Der pathologische Prozess der Entzündung wendet sich in der Regeneration so in's Physiologische zurück, dass schon darum der Verlauf, welchen hierbei die Entzündung nimmt, als ein für sie normaler und die Regeneration als der ursprüngliche Zweck wenigstens die-

*) Mikrosk. Forschungen. Gekrönte Preisschrift. Stuttgart 1840.

ser Art von Entzündung angesehen werden muss. Bei jeder Regeneration werden verlorene Gewebtheile zwischen den alten, unversehrten, neu gebildet und die Folge hiervon ist, dass mit der Wiederherstellung des anatomischen Zusammenhanges auch die unterbrochene Funktion wieder in volle Thätigkeit tritt. Der Prozess der adhäsiven Entzündung hat also die Bedeutung, dass unter Einwirkung anomaler Einflüsse in einem einzelnen Theile neue anomale (relativ!) Gewebtheile zwischen den alten gebildet werden.

§. 39.

Die Exsudation und Suppuration erfolgen nun in verschiedenen Formen. Zunächst und am reinsten sind sie nach der Verwundung, sie erscheinen ferner als Pseudomembran und in Theilen, wo keine freie Oberflächen sind, als Verdichtung, als Eiterabsonderung, Granulationen und falsche Bildung der Gewebe. Wir heben hier vorläufig nur die reinste Form hervor, die nach einer Verwundung oder im reinen Abscess, und werden später die Pseudomembran und ähnliche Entzündungsresultate besonders betrachten.

a) *Inflammatio exsudativa* im Allgemeinen.

§. 40.

Nachdem die Stasis im Capillarnetze, also der im §. 30 angegebene zweite Akt des Prozesses begonnen hat, ergiesst sich aus den nächsten Gefässen eine Quantität Plasma und dringt theils in das Parenchym, theils an Oberfläche oder Wundrand. Dieses Plasma nennt man auch gewöhnlich aufgelösten Faserstoff, coagulable Lymphe,

Eiweis u. s. w., Benennungen, welche aber nur zu verwirrenden Consequenzen Veranlassung gegeben haben. Es giebt im Blute keinen andern aufgelösten Faserstoff, als den, welchen wir Plasma nennen und das sich in einen lebenvolleren eistoffigen Theil und in einen Antheil Wasser scheidet, sobald ausserhalb des lebendigen Leibes eine Gerinnung geschieht. Das Plasma ist das reinste Individuelle im Organismus und weil es auch zugleich als das Indifferenteste sich darstellt, welches das Contentum des Eies wiederholt, auch das Bildungsfähigste und vom ideellen Bildungsdrange Belebte. Dieses Plasma verklebt aneinanderliegende organische und getrennte Theile, es ergiesst sich in die Zwischenräume und gerinnt. Es bedarf nicht einmal immer zweier, nur in der Continuität, und übrigens noch mit dem Organismus zusammenhängender Theile, sondern auch vollkommen getrennte, noch nicht ihre innere Organisation und Lebenswärme verlorene Stücke sind in günstigen Fällen fähig, vom ergossenen Plasma durchdrungen und mit dem Ganzen wieder verbunden zu werden. Der Prozess, welcher hierbei Statt hat, wird später beschrieben.

§. 41.

Die exsudative Entzündung ist die eigentlich relativ normale und der eigentliche physiologische Vorgang der *vis restituens*. In ihm bilden sich aus einer, mit der Urbildung übereinstimmenden, organischen Basis neue Gewebe und namentlich zunächst Zellstoff und in ihm Capillarnetze. Das Spezifische der Bildung ist hierbei ganz in der organi-Richtung des Plasma zu suchen und nicht in einer Zuleitung

mittelst der Nerven. Die organische Idee durchhaucht das Plasma von Anbeginn an und der Strom der Innervation kann darauf nur steigernd wirken, indem er den chemisch-dynamischen oder galvanischen Prozess der Bildung erhöht. Dass hierbei weder sensible, noch motorische Nerven wirken, leuchtet ein, wenn man weiss, dass es Nerven giebt, welche weder motorisch noch turgirend, sondern nichts weiter als chemisch galvanisch reagiren. Es verhält sich damit ebenso, wie mit dem galvanischen Strome, welcher das Wasser polar scheidet, während hier das lebendige Plasma eine Anregung erfährt, die in die organische Richtung differenter Bildung einschlägt.

§. 42.

Fragen wir nun, was eigentlich gebildet werde in der exsudativen Entzündung, ob wirklich eine gänzliche Restitution oder nur eine, auf die normale Funktion nicht zurückwirkende Herstellung der Continuität möglich sei, so müssen wir dieses in beiden Richtungen für Statt habend erklären. Da ich fest überzeugt bin, dass die reine Form exsudativer Entzündung mit der fötalen Bildung (abgerechnet die vorangegangene Stase) identisch ist, so muss auch das nächste Resultat des gerinnenden Plasma die Zellen- oder Bläschenbildung sein, eine Bildungsgährung zu Bläschen. Alle ferneren Elementarformen gehen aber aus dem Urtypus der Blase (des histologischen Eies) hervor, indem sich dieselbe bald linear, bald mit Kern, Contentum und Hülle entwickelt*), es muss also der exsuda-

*) System der Histologie. von Dr. *Klencke*. Leipzig. —

tiven Entzündung weit schwieriger werden, die späteren Formen, welche aus einer Reihe von Umwandlungen der Bläschen entstehen, zu reproduziren und in dieser neuen Bildung die funktionelle Lebensbedeutung zu restituiren.

Was wir aber aus vielfältigen Erfahrungen als völlig bestimmt und als Lehrsatz aussprechen können, ist: „dass durch den Prozess der exsudativen Entzündung alle diejenigen Gewebe am Leichtesten und Vollkommensten restituirt und in ihrer ganzen Funktion wieder bethätigt werden, welche der Zellen- oder Bläschenformation am nächsten stehen; dass aber auch die Fortbildungen der Zelle zu ferneren Elementargeweben restituirt werden können und dass die beiden Systeme, welche als die besonders individuellen und alle andere Gewebe durchdringenden Formen erscheinen, nämlich Gefäss- und Nervensystem, auch zur gänzlichen Regeneration fähig sind.

§. 43.

Von dem Gefässsystem ist es leicht abzusehen, dass seine Restitution sehr leicht sein muss, denn dieses System beginnt ja (wie man es in der niederen Form des Lymphsystems deutlich erkennt) damit, dass reihenweise geordnete Zellen sich in einander öffnen und einem bestehenden Strome entgegenkommen, um sich darin zu münden, womit dann zunächst eine venöse Strömung gegeben ist. (Mehreres darüber bei der Heilung der Wunden.)

Das Nervensystem aber ist das zu höchst individuelle Gebilde, welches die eigentliche Gestalt des Organismus bedingt, also auch allenthalben gegenwärtig und beziehend

sein will, wo ein Theilchen des Ganzen lebensfähig und rückwirkend auf das Ganze werden kann. Desshalb erzeugen sich auch Nerven wieder, um die Integrität des Ganzen in allen seinen Theilchen zu repräsentiren, ohne welches kein Theilchen, welches vom Blutleben durchdrungen wird, eine Wirkung vom Centro aus erfahren kann. —

§. 44.

Nach diesen biologischen Prämissen, schreite ich jetzt im folgenden Kapitel zu der sinnlich-wahrgenommenen Bestätigung des bereits synthetisch Angeschaueten. Da die Regeneration der einzelnen Gewebe nach eigenen Experimenten und Versuchen anderer Fachgenossen einen besonderen Abschnitt dieses Buches ausmachen wird, wo auf empirische Weise „*la torture interroge et la douleur repond*“, so werde ich mich zunächst streng an die Erscheinung in einer Wunde halten und darstellen, wie sich die Heilung derselben *prima intentione* und *exsudativ* verhalte.

b) *Adhaesio et Regeneratio prima intentione.*

§. 45.

Nachdem ein verwundender Schnitt oder ein anderer, die Continuität des Gewebes aufhebender Einfluss geschehen ist, ergiesst sich aus den Gefässöffnungen das Blut. So lange die Blutung währt, kann keine Bestrebung zur Heilung eintreten, da mit dem Ausfliessen des Blutes, auch das Plasma verloren geht, welches doch zur ersten Bedingung organischen Gerinnens einer äusseren Ruhe be-

darf, also sich von der Circulation losgemacht haben muss.

Die Natur sucht daher die Heilung dadurch vorzubereiten, dass sie durch organische Mittel die Gefässe schliesst. Dieses geschieht durch den Trombus, welcher aber nur möglich ist, sobald das Plasma irgend einen Punkt findet, wo es sich in Ruhe und somit zur Gerinnung setzen kann.

## §. 46.

Die Möglichkeit einer Trombus-Bildung wird in dem Zusammenziehen der verletzten Gefässe und in einer bald darauf eintretenden Stasis gegeben. Dieser Prozess zerfällt in drei auf einander folgende Akte.

I. Akt. Die verletzten Arterien ziehen sich in ihre zellige Scheide zurück, vermöge ihrer Elastizität; sie ziehen sich aber auch circulär zusammen und verengern ihr Lumen; dieses geschieht theils durch die Elastizität der Kreisfasern, denen das Blut geringern Widerstand entgegensetzt, indem es durch die Wunde entweicht, theils durch das eigene Contraktionsvermögen lebender Gefässwandungen. Dieses Letztere macht es auch allein möglich, durch Applikation des kalten Wassers eine Blutung durch stärkere Verengerung der Kanäle zu sistiren.

II. Akt. Die zellige Scheide ragt über die Schnittfläche des blutenden Gefässes hervor und wird oft beutelförmig von dem hindurchrieselnden Blute ausgedehnt; das Plasma des Blutes sackt sich in den rauhen Unebenheiten dieser Zellenwandung und im Moment der Ruhe gerinnt es und verengert die Mündung. Je geringer dadurch der

Ausfluss wird, um so mehr erhält das nachfliessende Plasma Zeit zu gerinnen und sich dem bereits Geronnenen anzuschliessen, so dass endlich die ganze Mündung verstopft ist. Zutritt der Luft befördert auch hier, wie überall, das Gerinnen des Plasma. Die Blutkörperchen legen sich zugleich zwischen das Gerinnsel und der ganze Trombus zeigt sich unter dem Mikroskop ebenso konstruirt, wie ein Blutkuchen. Wie aber im Gerinnen des Blutkuchens der lebenvollere Theil des Plasma als sogenannter Faserstoff, sich niederschlägt, während der mehr wässrige Theil als ein eistoffiges und nur matt gerinnbares Wasser sich vom festern Grunde scheidet, so sehen wir auch in der Trombusbildung in und gleich nach dem Gerinnen das eistoffige Wasser (auch Serum genannt) an der freien Oberfläche des Blutpfropfes hervordringen und sich, wenn es in stärkerer Quantität vorhanden war, in die Wunde ergiessen, wo es dann, vermöge seines schwachen Eistoffgehaltes, unter Einwirkung der Luft trocknet und die Gefässöffnungen verkleben hilft oder auch unter andern Einflüssen, namentlich organischer Lebenswärme, gerinnt. Dieses eistoffige, im Gerinnen ausscheidende Wasser nennen die Chirurgen gewöhnlich durchgeschwitzte, coagulable Lymphe. *) —

III. Akt. Mit der vollendeten Bildung des Trombus stockt die Blutbewegung in der Arterie bis zum nächsten Zweige über der Verletzung. Die Blutkügelchen sinken im

---

*) Vergleiche: *Stilling*, die Bildung des Blutpfropfes etc. Eisenach. 1834. Ferner: *Jones*, Abhdlg. über den Prozess, den die Natur einschlägt, Blutungen zu stillen. Uebersetzt von *G. Spangenberg*. Hannover. 1813.

Augenblicke der Ruhe etwas zusammen, das Plasma gerinnt und wird im Volumen kleiner; die Kügelchen geben, weil sie dem Zuge zum atmosphärischen Netze enthoben sind, ihre Organisation auf und ihre Hüllen öffnen sich, als letzter selbstständiger Lebensakt, und lassen das Contentum austreten. (Ich habe jedesmal in dieser hinter dem Trombus entstehenden Stase viele Blutbläschenhüllen, ähnlich den zerplatzten Hüllen im Blute der Pfortader, gefunden.) Durch diesen Akt der Stase wird die Arterie geschlossen, aber so, dass zwischen geronnener Blutsäule und Kanalwand noch ein kleiner Raum frei bleibt, verursacht durch das geringere Volumen des Blutes nach geronnenem Plasma und durch ein geringeres Erweitern des Gefässes, welches nun anfängt zu obliteriren und, wenn es ein kleines Gefäss war, bald ganz resorbirt wird mit dem in Stase befindlichen Blute, oder, bei grösserer Stärke, in ein ligamentöses Band verwandelt wird. —

§. 47.

Bis hierher verfolgten wir also in drei Akten einen Prozess, welcher ein Zurücktreten und Obliteriren des lokalen Gefässsystems darstellt. Wir sehen also hier, wie ich schon früher als Grundmoment der Entzündung feststellte, ein Zurückbilden des Gefässlebens, um ein Vorherrschen der parenchymatösen Bildungsflüssigkeit, um relativ einen Fötalzustand örtlich einzuleiten. Wir haben aber jetzt zu erkennen, wie diese andere Seite, das Fort- und Neubilden geschieht. Im Allgemeinen sei hier zunächst ausgesprochen, dass eine grosse Menge parenchymatöser Urbildungsflüssigkeit sich ergiesst und vom inwohnenden

individuellen Leben, welches schon dadurch ausgedrückt ist, dass jene Flüssigkeit die individuellste Lebensbasis repräsentirt, zur Gerinnung und Elementarform geführt wird, während sich ein neues Gefässnetz in dem Gerinnenden entwickelt.

## §. 48.

Auch diesen Prozess haben wir in drei auf einander folgende Akte zu unterscheiden.

I. Akt. Das bisherige Gefässsystem ist zurückgetreten. Die im verwundeten Parenchym befindliche Plasmaflüssigkeit, die ich von nun an, ohne ferner missverstanden zu werden, kurzweg „basische Thiersubstanz" nennen will, quillt von allen Seiten hervor, da sie alle Elementarformen der Umgebung durchdringt und von den unverletzt gebliebenen Capillarnetzen exosmotisch ergossen wird. In diesen umgebenden Netzen tritt zugleich eine vorübergehende Stasis, gleich nach Stillung der Blutung ein, welche aber bald wieder von ihrer Intension verlieren muss und auch verliert, sobald die Entzündung exsudativ wird. Diese Stasis ist Folge des vermehrten Blutzuflusses und der Unterbrechung der Circulation in den Gefässen, welche durch den Trombus geschlossen werden, worauf die nächsten feineren Collateralkanäle jetzt mehr Blut aufzunehmen gezwungen sind.

Die basische Thiersubstanz, welche sich aber nun ergiesst, kann den Zustand der Ruhe nicht ohne innere Organisationsbestrebung eingehen. Die Punktmasse gerinnt alsbald, als sei ein Gährungsprozess in ihr rege, zu kleinen, mikroskopischen Bläschen und füllt damit die Wunde

aus. An der Oberfläche, welche der Luft zugekehrt ist, vertrocknet die Flüssigkeit, indem namentlich der beim Gerinnen austretende eistoffige Wasserantheil hervortritt und, indem er vertrocknet, einen Schutz vor Lufteinwirkung auf die innere Wunde abgiebt.

II. Akt. Die gleichmässig geschehende Gerinnung füllt, wenn die Wunde klaffte, die Zwischenräume mit einer Punkt- und Bläschenmasse aus oder heftet, bei anschliessenden Rändern und Flächen diese aneinander. Es ist dieses das Stadium der Adhäsion.

III. Akt. Plötzlich zeigen sich in der geronnenen Substanz viele kleine Inseln, welche Rinnen zwischen sich lassen und unregelmässige Gruppen kleiner Punktmassen in den Rinnen einschliessen. In diesen Rinnen erkennt man bald unter dem Mikroskop periodisch wiederkehrende, oscillatorische Bewegungen, während sich die Rinnen immer deutlicher zu Kanälchen entwickeln. Hier und dort reissen sich einzelne Bläschen von den Gruppen ab und schieben sich mit rascher Bewegung weiter, ohne bestimmte Richtung, bald vor- bald rückwärts; plötzlich setzt sich ein Theil der in den deutlicheren Rinnen liegenden sphäroidischen Körperchen in strömende Bewegung, nach einem Coincidenzpunkte mehrer Rinnen hingerichtet und man hat bereits das Bild eines Capillarnetzes vor sich. Einzelne Kanälchen verschwinden wieder, neue entstehen daneben, bis allmälig ein längeres Hauptströmchen durch die neue Masse geht, welche die Seitenrinnen in sich aufnimmt. Dieses Hauptströmchen biegt sich nach den älteren Kanälen hin und bald erkennt man deutliches Einmünden desselben in das allgemeine System und eine deutliche Bewegung des

Inhaltes. Aber auch nach einer andern Richtung hin bildet sich ganz auf ähnliche Weine Coincidenz und Einmündung und jetzt trifft man schon wirkliche Blutkörperchen in den neuen Kanälchen.*) Nerven entwickeln sich dann an den Gefässwänden. —

## §. 49.

Diesen dritten Akt müssen wir uns noch in näheren Erörterungen verständlich machen. — Das allmälige Fortbilden der kleinen Gefässrinnen, ihr immer deutlicheres Coincidiren und Einmünden in ein grösseres Gefäss drückt ganz den venösen Charakter der neuen Gefässbildung aus und erinnert an das erste Rudiment der Gefässe im embryonischen Leben, wo ebenfalls diese Bildung mit der Hinströmung der Dotterkugeln nach einer Centralstelle beginnt. Sehen wir also in der Exsudation ein Coincidiren nach zwei Richtungen, so stellt sich dieses als ein venöses Bilden, als ein Hinstreben zum Centro des Blutlebens dar. Was wir hier in den ersten Gefässrinnen sich bewegen sehen, ist ebenso wenig Blut, als in dem primitiven Netze des Gefässblattes im Embryo; im Letzteren sind es Dotterkugeln, in der Exsudation aber Plasmabildungen, Bläschen aus basischer Thiersubstanz. So wie aber die Einmündung von zwei Seiten erfolgt ist, tritt auch eine arterielle Richtung und zwar jedesmal in dem zuletzt mündenden Kanälchen ein und alsdann erkennen wir auch bald wirkliche Blutbläschen in die neuen Gefässe eintreten. —

*) Im Wesentlichen stimmen *Kaltenbrunner's* Angaben, *Froriep's* Notizen. 1827, Bd. XVI. pag. 309. 310. — mit meinen Beobachtungen überein.

§. 50.

Eine Erscheinung, wie *Kaltenbrunner**) und *Hunter***) beschreiben, dass auch von den Wundrändern aus Blut in das neue Gewebe dringt, wie Bäche im Sandboden, habe ich niemals bei zahlreichen Untersuchungen entdecken können und es steht dieselbe auch mit dem physiologischen Urphänomen im direkten Widerspruche. Eben so irrig ist *Döllingers* Darstellung von dem Fortbahnen arterieller Strömchen. —

§. 51.

Die zwischen den Gefässkanälchen stehen gebliebenen Inseln metamorphosiren sich nun immer mehr zu wirklichem Zellgewebe und auch hierin findet eine neue Erscheinung Statt. Das Uebermass der basischen Thiersubstanz, welches in den Bläschen und Zellen angehäuft ist, wird nicht gehörig resorbirt; die Zellchen dehnen sich aus, es platzt eine und bald darauf die nebenliegende, bis eine Reihe communicirender Zellchen erkennbar wird, welche ihr Plasma einander mittheilen. Gewöhnlich setzt sich dasselbe in eine, der ersten Coincidenz der Gefässe entsprechende Richtung in Bewegung und erreicht das ältere Zellgewebe, wo es dann in die Anfänge der Lymphgefässe übergeht. — Damit ist denn die Entwicklung der Lymphgefässe geschehen und in Pseudomembranen, die sich in der Bildung durch nichts von dem eben Dargestellten unterscheiden, hat sie

*) a. a. O.

**) Ueber das Blut. Uebersetzt von *Hebenstreit*. 1797. I. p. 196. II. p. 162.

*Schröder van der Kolk* zu Utrecht mit Quecksilber injicirt. *)

§. 52.

Ueber die Neubildung der Nerven hat man keine mikroskopische Beobachtungen anstellen können, weil man der Feinheit des Gegenstandes und seiner Farblosigkeit wegen gar keinen Vergleichungspunkt gewinnen kann. Dass sich aber Nerven regeneriren, ist bewiesen und ich werde im II. Abschnitte dieses Buches darüber reden. Dass sie sich auch neben den neuen Gefässen entwickeln müssen, und zwar als anfängliche, zu linearer Form sich fortbildende Bläschenreihen, beweiset die funktionelle Restitution der geheilten Wundstelle. Die neuen Nerven, welche sich bilden, sind aber grösstentheils jene anastomosirenden Capillarnervennetze, wie man sie noch über die isolirte Primitivfaserumbiegung hinaus mehrfach und wahrscheinlich im ganzen Organismus finden kann und die ich in meinen Untersuchungen (Göttingen bei Vandenhoek) genau von den andern Nervenfasern unterschieden habe. Meistens bleiben diese Capillarnervennetze auf der Stufe der Bläschenbildung oder unvollkommener Linearform stehen, sie sind nicht isolirt, stossen an die peripherischen Bögen der Primitivfasern und erhöhen die Erfühlungsfähigkeit des Gewebes, ohne jedoch zum Bewusstsein leiten zu können. Letzteres geschieht nur, wenn der nächste isolirte Faserbogen an der Erfühlung Theil nimmt.

*) *Observat. anatom. pathol.* 43.

§. 53.

Gewebe, welche nicht regenerabel sind, werden durch verdichteten Zellstoff ersetzt und bilden die Narbe.

§. 54.

Wir haben jetzt noch zweier Bildungs- und Restitutionsphänomene zu gedenken, welche zur Gefässentstehung und Adhäsion gerechnet werden müssen und auf viele fernere Vorgänge des restituirenden Lebens ein erklärendes Licht werfen können. — Ich meine die neue Gefässbildung zwischen den beiden Theilen einer unterbundenen oder durchschnittenen Arterie und ferner die Anheilung völlig getrennter Stücke und deren Wiedervereinigung mit dem organischen Ganzen. —

§. 55.

Ueber das erstere Phänomen hat *Ebel**) vor 15 Jahren interessante Beobachtungen gemacht, welche die Resultate *Parry's*, *Mager's* und Anderer in ein richtigeres Licht stellten. Man glaubte früher in der Chirurgie, dass nur die Collateraläste sich erweiterten und die Continuität der Circulation wieder herstellten. Obgleich man dieses mechanische Moment nicht ausser Augen lassen darf, so ist doch die neue Gefässbildung ein neuer Beweis von dem im Organismus sich darlebenden ideellen Urbilde, dem stets die Mittel erster Entwicklung vorschweben und die es immer

---

*) *De natura medicatrice, sicubi arteriae vulneratae et ligatae fuerint.* Giessen, 1826.

wiederholen kann, wo es die Bedeutung des Lebens erfordert. *J. Müller**) glaubt dennoch, dass diese vermeintlichen neuen Gefässe doch nur Umbildungen von anliegenden Capillargefässnetzen seien und erinnert an die in *Ebel's* Erklärung übersehene, bei Unterbindung der Carotis communis Statt habende Aushülfe derjenigen Collateralzweige, welche die genannte Arterie in die Halsmuskeln abgiebt — aber so sehr auch diese Zweigelchen Berücksichtigung verdienen, so habe ich mich dennoch genau von der Entstehung ganz neuer Gefässe überzeugt. —

§. 56.

Zwei Beispiele, wovon ich das erstere in einem holländischen Feldlazareth beobachtete, während das zweite versuchsweise erst ganz neuerlich an einer jungen Katze sich bestätigte, mögen meine Ueberzeugung rechtfertigen. Es ist bekannt, dass Unterbindung einer grösseren Arterie dann ein um so günstigeres Prognostikon giebt, wenn man zahlreiche Anastomosen und Collateralzweige erwarten darf. Ein Soldat wurde von den kleinen, hagelförmigen Stücken eines, von einer Bombe zersplitterten Mauersteins verwundet. Sein rechter Arm, der im Moment der Verwundung gerade senkrecht in die Höhe gerichtet war, um den Kanonenwischer umzuwenden, blutete stark an der inneren Seite, namentlich drang aber aus der zerrissenen Achselhöhle und einer Wunde an der Trachealseite des Musculus scalenus (wahrscheinlich durch ein von anderer Richtung gekommenes Bombenstück veranlasst) ein arte-

---

*) Physiologie. S. 389.

rielles Blut, dessen Verlust den Soldaten bald ohnmächtig niederwarf. Ein gerade in der Nähe beschäftigter Unterchirurg erkannte nach Dilatation der blutenden Stelle sogleich eine Verletzung der Arteria subclavia zwischen dem Ursprunge der Mammaria interna und thyreoidea inferior und legte vor letzterer eine Ligatur um den Stamm, worauf er dann zur Aufsuchung und Entfernung des verwundenden Eisens schritt. Die Blutung hörte auf und der Kranke konnte transportirt werden. Als ich ihn sah, hatte er sich bedeutend erholt; die auf *Zang's* Manier vollführte Operation zeigte eine Wunde, welche am hintern Rande des Claviculartheils des Kopfnickers anfing und schräg nach Aussen und Unten auf die Mitte des Schlüsselbeins geführt war. Der Arm war angeschwollen, taub und blau gefärbt; die Empfindung und Wärme waren bedeutend herabgestimmt und die Applikationen warmer Sandsäckchen auf den Arm vom behandelnden Feldarzte befohlen. — Am 21sten Tage starb der Verwundete, wie ich erfuhr, am Typhus, nachdem der Arm bereits wieder Empfindlichkeit und Wärme erhalten hatte. Die Section, der ich beiwohnte, zeigte aber Folgendes: Die Operation war äusserst geschickt gemacht; weder der vorliegende Nervus vagus und phrenicus, noch das untere Ganglion cervicale und der sympathische Nerv, so wie der recurrens waren verletzt, die subclavia zeigte sich theils als ein auf dem Wege der Obliteration begriffenes Band, theils als eine weiche, milzartige, gekörnte Masse, um die eine Quantität Plasma sich ergossen hatte. Die Arteria thyreoidea inferior war nicht obliterirt, im Gegentheile zeigte sie sich erweitert und hatte ihr Blut aus den Anastomosen der thyreoidea superior

und occipitalis aufgenommen, ebenso waren die transversa cervicis, die cervicalis und transversa scapulae um das Doppelte ihres natürlichen Volumen vergrössert und die Circulation war durch die Anastomosen auf der Schulter und am Nacken durch die subscapularis, circumflexa scapulae und humeri in die Arteria brachialis gelangt.

Höchst merkwürdig zeigte sich aber das Verhalten an der Ligaturstelle. Hier herrschte die körnige, vom geronnenen Blute durchdrungene, sichtbar aus basischer Thiersubstanz bestehende Masse in bedeutender Quantität vor, die umgebenden weichen Theile zeigten eine entzündliche Stasis und schienen das Plasma stark ergossen zu haben. Zwischen Mammaria interna und thyreoidea inferior lag eine, Pseudomembranen ähnliche Substanz, welche beide Zweige mit einander verband und die mit einer guten Handloupe betrachtet, mehre kleine, spiralförmig gewundene Kanäle zeigte, die von einem Aste zum andern gingen und sich deutlich in die mammaria sowohl als in die thyreoidea mündeten. An den Mündungsstellen, nahe am Ursprunge, zeigten die grösseren Arterien einen Wulst zelliger Structur und ein beginnendes Gefässnetz, wie man es in der Exsudation findet. Dieses Netz stand mit den kleinen Gefässen in Verbindung, welche die Zellscheide der Arterien umspinnen und es schien hier das Streben der Natur zu sein, diese Vasa vasorum zu entwickeln und nach der innern Höhle der Arterie hin dehisziren zu lassen. —

§. 57.

Wenn sich neue Gefässe bei Unterbindungen zeigen, so scheinen diese: neue Fort-

setzungen der das unterbundene Gefäss umspinnenden Vasa vasorum zu sein, die sich von der Ligatur und hinter derselben am nächsten stellvertretenden Aste entwickeln und nach der inneren Arterie dehisziren. Diese neuen Kommunikationen bilden sich fort, während der alte Stamm zwischen beiden Einmündungen obliterirt, und werden dadurch selbstständig. —

§. 58.

Das zweite, ganz der eben gegebenen Erklärung entsprechende Beispiel fand ich an einer jungen Katze, welcher die Arterie am rechten, hintern Schenkel unterbunden war. Das Thier konnte schon nach acht Tagen das Bein wieder gebrauchen und erholte sich gänzlich. Nach einem Vierteljahre wurde es getödtet. Der unterbundene Stamm war ligamentös geworden, es hatte sich aber eine Zellgewebsscheide gebildet, die aus ergossenem Plasma hervorgegangen sein musste und in dieser Brücke waren mehre stark entwickelte Gefässe, einige von einer halben Linie Dicke, sichtbar, welche an beiden Einmündungsstellen vor und hinter der obliterirten Gefässstelle, von Netzen aufgenommen wurden, eine kurze Strecke in der Zellgewebsscheide der in Funktion gebliebenen Arterienstelle fortliefen und dann wirklich einmündeten. — Die direkte Circulation war durch diese Kommunikationen wieder hergestellt und auf diese Weise wird es wohl immer geschehen, wo neue Gefässe gesehen sind. Ein Exsudat umgiebt die unterbrochene Arterie, die Vasa vasorum der nächsten Kommunikationspunkte werden von den im Exsudat gebildeten und §. 48 beschriebenen Gefässrinnen erreicht und

in Verbindung gesetzt, worauf dann eine Fortentwicklung und Dehiscenz in das allgemeine Gefässlumen erfolgt.

Wir können uns hier nur andeutend verhalten, da eine speziellere Verfolgung dieser Restitutionsakte uns hier zu sehr von dem Gegenstande entfernen würde. Uebrigens dürfte das im Allgemeinen gewonnene Resultat auch bei der Operation des Aneurysma Berücksichtigung verdienen, indem eine möglichste Schonung der zu öffnenden Zellgewebscheide wohl eine Gefässbildung auf die angegebene Weise begünstigen könnte. —

## §. 59.

Es bleibt uns noch übrig, von der Anheilung völlig getrennter Theile zu reden, wie sie von mehren Chirurgen gesehen wurde. Ich erinnere nur an *Bünger**), welcher aus dem Schenkel eine neue Nase bildete, an *Abernethy***), *Hunter*, *Baronio*, *v. Walther*, *Merrem* und Andere. Wenn auch viele hierhergehörige Fälle irrthümlich als organische Wiedervereinigung erklärt sind, wie z. B. die Anheilung eines Hundezahns auf den Kamm eines Hahns, was ich immer bezweifeln muss, so ist doch der Fall nicht selten vorgekommen, dass eine wirkliche Reunion erfolgte. Im Allgemeinen stelle ich nach mehren Versuchen und chirurgischen Beobachtungen den Satz fest, dass eine Wiedervereinigung der völlig getrennten Theile mit dem Organismus am Leichtesten geschieht, wenn das Individuum ein Uebermass von basischer Thiersubstanz hat,

*) *Froriep's* Notizen 4, 255.

**) Physiolog. lect. 253.

welche bis zur vollkommenen Sättigung alle Gewebe durchdringt und an der Elastizität der Gewebe sich kundgiebt. Dieses Plasma ist das Vermittelnde, das Basische, dazu bedarf es keines sogenannten aufgelösten Faserstoffes aus dem Blute, denn alle Gewebe sind erfüllt und durchdrungen von der basischen Thiersubstanz und ihr Gerinnen innerhalb eines, von der organischen Idee durchhauchten Leibes, ist nichts Andres als Bildung.

§. 60.

Ich habe niemals gesehen, dass ein getrenntes Stück angeheilt wäre, wenn es die Elastizität, die das durchdringende Plasma bedingt, verloren hatte. Desshalb muss der Vereinigungsversuch rasch und alsbald nach geschehener Trennung vorgenommen werden, das getrennte Stück darf nicht sein Blut verlieren, nicht des Blutes wegen, sondern weil zu leicht die basische Thierflüssigkeit mit verloren geht und physikalisch der Richtung des Blutes folgt oder in die entleerten Gefässe endosmotisch eintritt. Die Elementarformen der Gewebe müssen noch getränkt sein von der parenchymatösen Urbildungsflüssigkeit.

Desswegen wächst auch kein Zahn auf dem Kamme eines Hahns organisch fest, sondern er wird an seinem untern Ende einkapsulirt und die Struktur des Kammes, da, wo er den Zahn umgiebt, verwandelt sich in ein ligamentöses Band. Auf dieses Resultat, welches ich selbst als Student bei physiologischen Belustigungen an Transplantationen gewann und beobachtete, wird auch der *Hunter*'sche Versuch zurückgeführt werden müssen. Ich verneine es mit Bestimmtheit, dass die oft beschriebenen Transplanta-

tionen von *Dieffenbach**), *Wiesemann***), *Dzondi****) und Anderen, wornach Haare, Zähne etc. wieder mit einem organisirten Boden vereinigt werden, mehr als eine Täuschung sein sollten. Solche Dinge können allerdings eingekapselt und festgehalten werden, aber an Wachsthum ist nicht zu denken und es ist auch nie überzeugend bewiesen.

§. 61.

Der Akt, welcher bei einer vollkommenen Reunion dieser Art Statt hat, ist folgender: Sobald das getrennte Stück gehörig an die frühere oder auch an eine andere frisch verwundete Stelle gebracht ist, die jedoch nicht eitern und höchstens im Akte einer exsudativen Entzündung begriffen sein darf, ergiesst sich von beiden Seiten das Plasma, und in Folge organischer Anziehung sammelt es sich zwischen den beiden Flächen. Das getrennte Stück hat aber nicht die Quantität basischer Flüssigkeit herzugeben, wie der Organismus und aus diesem dringt jetzt das Plasma in das Gewebe des Stücks hinein, so dass man sagen möchte, das Stück sauge sich damit voll. Dieses geschieht aber gleichzeitig mit Gerinnung, Inselbildung, Rinnenformation, ganz wie im §. 48 im III. Akte der Exsudation angegeben wurde und es entsteht ein intermediäres Gefässnetz, welches theils mit dem allgemeinen Capillarnetze sich verbindet, theils sich im getrennten Stücke immer weiter spinnt und die Circulation herstellt. Grössere Gefässe und

---

*) *De regeneratione et transplantatione.* 1822.

**) *De coalitu partium a reliquo corpore prorsus disjunctarum. Lips.* 1824.

***) Beiträge etc. Halle 1816.

Nerven obliteriren im Stücke, dagegen aber treten die kleineren Netze mit den neugebildeten wieder in Funktion und es entstehen feine Capillarnervennetze, welche das Gewebe durchziehen und sich an die nächsten, unverletzten Primitivfaserumbiegungen heften. Die nervosen Capillarnetze, sind nicht isolirte Fäden, sondern verhalten sich ebenso, wie die Nervennetze, welche man an den Säcken des inneren Gehörorgans der Fische, an der *Pia mater* u. s. w. anatomisch darstellen kann und die *Purkinje* ebenso beschreibt, wie ich sie dargestellt habe.*)

§. 62.

Auf diese angegebene Weise vereinigen sich die heterogensten Theile, wenn nur die Hauptbedingung erfüllt ist, nämlich: Gegenwart einer reichlichen Menge Plasmas, welches das Parenchym tränkt. Nervensubstanz verwächst durch intermediäres Zellgewebe mit Muskelfasern, aponeurotischen Häuten, ja Knochenstücke können wieder verwachsen. Ausser den Fällen, welche *v. Walther* von Anheilung trepanirter Knochenstücke angiebt und die auch *Merrem***), *Maunoir*, *Langenbeck* etc. besprechen, sah ich in der Lazarethpraxis *Wedemeyer's* einen gleichen Fall. Das austrepanirte Knochenstück wurde vorsichtig wieder

---

*) Vergleiche §. 52 dieses Werkes und meine „Nervenuntersuchungen", a. a. O.

**) *Maunoir*, *Questions de Chirurgie.* (1802.) *Merrem, Animadversion. quaedam chirurg. experimentis in animalib. etc. Giesae* 1810. *Walther, On the reunion of the osseious diseases etc. London medical Repository by Copland VI.* 17. 1822. 8. *p.* 466. *Langenbeck*, Bibl. für Chirurgie, 4. B. I. p. 132.

eingesetzt und die Wunde heilte über dem Schädel ohne alle Zeichen, dass ein fremdgewordener Körper darunter stecke. Das Individuum lebte noch sieben Jahre und starb alsdann an der Entzündung des Bauchfells mit Erguss plastischer Lymphe. Die Section verrieth eine vollkommene Verwachsung des Knochens; das trepanirte Stück war etwas porös, aber im Innern belebt, zeigte fast die Struktur der *Substantia vitrea* in seiner ganzen Dicke und deutete an, dass sich hier neben anfänglicher Zellenstruktur ein starker phosphorsaurer Kalk gelagert hatte. Das Pericranium war rings mit dem Trepanationsrande fest verwachsen, die Gefässe gingen, nachdem sie am Rande stärkere Netzchen bildeten, in die Beinhaut des trepanirten Stückes über, welche theils absichtlich bei der Operation geschont und nach dem Kreuzschnitte seitwärts präparirt, theils aber durch ein membranöses Zellgewebe wieder ersetzt war, welches fibröse, selbst knorpelartige Anlage verrieth. Mehre Versuche, die ich an Säugethieren, sowohl an Schädel- wie Röhrenknochen vornahm, indem ich bei Letzteren mit einer sehr feinen Säge neben grosser Schonung des Periosteum, kleine, keilförmige Stücke ausschnitt und wieder sogleich einfügte, gelangen nicht und die Stücke wirkten als fremde Körper zur Eiterung. Ist diese aber einmal eingetreten, dann heilt kein getrenntes Stück, mag es Knochen oder Weichgebilde sein, wieder an. —

c) *Inflammatio suppurativa*, im Allgemeinen.

§. 63.

Die Eiterung ist dem normalen, physiologischen Bildungsprozesse, wie er sich relativ anomal in der Exsudation

darstellt, entgegengesetzt und vorzugsweise ein Gewaltakt des Organismus, um zu seiner Integrität zu gelangen, zu nennen. Der Grad der Heftigkeit einer reinen Entzündung ist Ursache, ob Exsudation oder Suppuration erfolgen werden und ein auf die höchsten Grade der entzündlichen Stasis gelangtes Gewebe kann nur durch Eiterung wieder ausgeglichen werden. Dieses wissen auch die Chirurgen recht gut und eine durch alle Stadien laufende, heftige Entzündung haben sie sehr richtig die „Eiterungsentzündung“ genannt. —

§. 64.

Es muss nun aber näher bezeichnet werden, worin ein solcher, auf Eiterung vorbereitender Grad des entzündlichen Zustandes begründet liegt, da hierauf die physiologische Erkenntniss sich stützt. Worin besteht denn die „völlig entwickelte“ Entzündung und woher kommt der Eiter? Diese Fragen müssen uns vorläufig beschäftigen und eine hellere Aussicht in diesen Lebensprozess eröffnen.

§. 65.

Ich habe früher die Entzündung (vergl. §. 30.) in zwei aufeinanderfolgenden Akten dargestellt und die Stasis bis zu dem Punkte verfolgt, wo das Blut stockt, seine innere Organisation aufgiebt, in eine homogene Masse sich verwandelt und blutiges Plasma in die Gewebe ergiesst, ohne die Elementarformen der Gewebe zu zerstören. Auf diesen Grad folgt die exsudative Bildung. Die Entzündung hat aber noch einen dritten Akt und wo dieser erfolgt, da ist die höchste Steigerung eingetreten, die Grenze des relativ normalen Lebens überschritten und der Organismus

kann diesem Zustande nur durch einen abnormen Vorgang, durch die Eiterung, eine restituirende Richtung geben.

§. 66.

Der dritte Akt der Entzündung ist folgender: Das stockende Blut hat sich mit dem Plasma aufgelöst, die Blutbläschenhüllen bilden eine flüssige, geröthete Masse, die Kerne sind kurze Zeit als undurchsichtige Agglomerationen von $^1/_{50}$ bis $^1/_{500}$ Millim. Durchmesser, (als sogenannte Entzündungskugeln) zu erkennen, die Gefässwände erweichen, man erkennt keinen Unterschied mehr zwischen Gefässgrenze und Inhalt, die röthliche Masse ergiesst sich in das umliegende Gewebe, das Parenchym verwandelt sich ebenfalls in flüssigweiche Form und verschmilzt, alle Differenz zwischen Festem und Flüssigem aufgebend, zu der homogenen, dickflüssigen Materie, die von aufgelösten Blutbläschenhüllen durchmengt ist. — So wie dieses geschehen ist, conzentrirt sich die Röthe und Geschwulst, weil im Umfange dieser höchsten Stasis allmälig Resorption und Gefässbewegung zurückkehrt.*)

§. 67.

Es leuchtet dem mit der Physiologie vertrauten Leser schon bei dieser allgemeinen Darstellung hinreichend ein, dass hier an keine reine Zurück- und Neubildung gedacht werden, dass vielmehr ein neuer Naturakt er-

*) Die Beobachtungen sind bestätigt von *Schultz* (Circul. 185) von *Emmert* (*Schmidt's* Jahrb. Bd. XII. p. 113.) und *Baumgärtner* (Nerven und Blut — p. 112.). *Gluge's* zusammengesetzte Entzündungskugeln sind nur einige Stunden sichtbar, alle andern sphärischen Bildungen halte ich (gleich *Maude*) für Plasmaconsolidationen.

wartet werden kann, vermittelst dessen das örtlich gestörte Leben in einen Normalzustand zurückkehre. Es ist hier ein örtliches, ungewöhnliches Aufheben bestehender materieller Verhältnisse vorhanden, das Gefässsystem und Parenchym ist funktionell gestört, das Absterben des Blutes ist hier an einem Orte vorgegangen, wo nur Bildung herrschen soll, ein örtliches Aufgeben der Blutintegrität kann aber nur in den Absonderungsorganen normal Statt finden; sobald Blutbläschen in der Pfortader zufallen, eilen sie dem grossen Absonderungsraume der Leber zu, indem aber in einer heftigen Entzündung ein örtlicher Akt des Zerfallens und Auflösens entsteht, wird auch gleich der Begriff der Absonderung hier geweckt und in Wahrheit sehen wir auch in der Eiterung nichts Anderes, als Absonderung und Bildung zusammentretend.

§. 68.

Absonderungs- und Bildungsleben, sich begegnend in einem Entzündungsprozesse, ist Eiterung.

§. 69.

Die empirische Darstellung der Eiterungsentzündung bewahrheitet den physiologisch aufgestellten Satz. Indem die zersetzende Stasis sich conzentrirt und im Umfange die entzündlichen Phänomene abnehmen, erkennen wir im Centro fortgehende Auflösung und in der Umgebung ein Bestreben des Gefässlebens, das Centrum fortzudrängen und durch neue Exsudation zu ersetzen. Die Exosmose des Plasma geschieht aber nur dann, wenn ausserhalb der Gefässe ein Parenchym liegt, welches durch seine organische Bestimmung und Affinität auf den elektrischen Strom der

exosmotischen Bewegung hinwirken kann. Im höchsten Grade der Entzündung ist aber dieses Parenchym entartet, die Grenzen zwischen festen und weichen Formen ist aufgehoben, diese aus der Lebensintegrität getretene Masse muss entweder resorbirt oder entfernt werden und der Weg, welchen die Natur behuf dessen einschlägt, ist die Eiterung, da die Exsudation und die Resorption nicht erfolgen.

Im Mittelpunkte der Entzündung fängt die homogene Masse an, einen katamorphotischen Prozess einzugehen; es geben sich die chemischen Verbindungen auf, die Faktoren der Materie gehen in ihren eistoffigen Ursprung zurück, die Alkalien und Säuren gehen andere Verbindungen ein, namentlich vereinigt sich der Fettgehalt mit kalischen Substanzen und bildet eine Art Seife, die dem Eiter eigenthümlich ist und sich bei späterer, chemischer Analyse als sogenanntes Fettwachs darstellt.

Sobald die Masse sich in die Qualität des Eiters umgewandelt hat und dadurch eine mehr eistoffige Beschaffenheit annimmt, steht sie der umgebenden, organischen Materie nicht mehr so fremd, als im letzten Stadio der Entzündung. Das Gefässleben in der Umgebung hat sich aber bereits durch eine zarte Ergiessung von Plasma und dadurch gebildete Membran, in welcher die Gefässe stark entwickelt sind, von dem Mittelpunkte abgeschlossen und diese Membran vertritt die Stelle eines Absonderungsorgans, von dem aus fortwährend eine seröse Flüssigkeit sich ergiesst, welche, indem sie von Eiterpartikelchen berührt wird, alsbald nach *Quevenne's* Gesetze: dass eine gährungsfähige (gerinnbare) Flüssigkeit durch Berührung der Hefe einer vollendeten Gährung ebenfalls in denselben Umbildungsprozess

eingeleitet werde — die innere Umwandlung in Eiter einschlägt, wozu auch eine stete Zersetzung der Membran beiträgt. Ausser den Eiterkügelchen, welche ich später noch in's Besondere darstellen werde, erkennt man noch in dem bis zur Eiterung entzündeten Gewebe halbdurchsichtige Partikelchen, von gallertartiger, fadenziehender Beschaffenheit, welche wie Flocken mit dem Zellgewebe verbunden, gar nicht organisirt sind und mit Ausbildung der Eiterung allmälig abgestossen werden. Von dem abgestorbenen Zellgewebstheilchen unterscheiden sie sich dadurch, dass Letztere röthlich injicirt und ohne Elastizität erscheinen. Diese Flocken entdeckte *Froriep* (Berliner med. Encyclopädie Bd. X. S. 437.) und ich sah sie immer deutlich unterscheidbar in den Abscessen. Die Bedeutung und Entstehung ist mir indessen nicht recht klar geworden und ich möchte glauben, dass sie Neubildungen der geronnenen Entzündungsmaterie seien. Die bestehenden Scheidewände innerhalb der Abscesshöhle verschwinden immer mehr und nur einzelne festere Gebilde, wie Gefässe, Nerven, sehnige Streifen bleiben wie Brücken stehen. Die umgrenzenden Wandungen des Eiterheerdes sind von einem infiltrirten, oft graufarbenen Plasma getränkt und immer mehr an der Peripherie sieht man die Erscheinungen der einfachen Entzündung. (Man vergleiche die Untersuchungen von *Gendrin*, *Boyer* und *Dupuytren*.)

### §. 70.

Was ich hier dargestellt habe, ist die einfachste und erste Form der Eiterung, der Abscess. Ist der Abscess geöffnet, dann ergiesst sich der Eiter, es wird

ein Pfropf flockiger Parenchymsubstanz ausgestossen, die Höhle sondert eine dünnere, aber immer mehr, je längere Zeit sie verweilt, dicker werdende Flüssigkeit ab und es wird nicht eher der Abscess geschlossen durch Neubildung, bis die absondernde Membran zerstört ist. Diese Membran befindet sich aber in steter innerer Bewegung. Sie wird aufgelöst und immer neu nachgebildet, jedoch ihre aufgelösten Partikelchen geben der exsudirten Flüssigkeit den ungleichen Charakter der Eiterung.

So wie die Zersetzung der Membran zunimmt, wie nach Entfernung des Eiters und Compressivverband etc., wobei das Produkt dieser absondernden und sich auflösenden Membran etwas quantitiver wird, ergiesst sich von den Capillargefässen plastische Flüssigkeit, es gerinnen warzenähnliche Lagen zelliger und von neugebildeten Gefässen und Netznerven durchwobener Substanz, auf welcher sich aber gleich wieder die eben verdrängte epithelium-ähnliche Membran bildet, welche wiederum abgestossen wird, einer neuen Granulationslage Platz macht und sich wieder über dieser bildet. Das Produkt dieser abgestossenen Schicht mit Plasma vermischt, ist der Granulations-Eiter. Die Granulationen schliessen sich, indem die letzte und obere Epithelialmembran nicht wieder aufgelöst, sondern in Haut verwandelt wird.

## §. 71.

Blicken wir nochmals auf diesen ganzen Vorgang zurück, den ich so dargestellt habe, wie mir eine unzählige Male unternommene Beobachtung eiternder Flächen, auf die ich auch oft das mikroskopische Instru-

ment richtete, als den wahren Vorgang vorführte — dann haben wir in dem Prozesse der Eiterung mehre, aufeinanderfolgende Akte zu unterscheiden, die ich in den folgenden Paragraphen im Einzelnen durchgehen werde. Im Allgemeinen sind diese Akte aber, wie folgt, einzutheilen: 1) Verwandlung der Entzündungsmitte in eine Eitersubstanz; 2) Abschliessung der umgebenden Capillarität durch eine Epithelialmembran, welche fortwährend entsteht und aufgelöst wird; 3) Granulationsbildung mit secundärer Eiterbildung und Heilung.

## §. 72.

Erster Akt. Die im höchsten Grade entzündlicher Stasis zu einer röthlichen, homogenen Masse vereinigte Blut-, Gefäss- und Parenchym-Substanz zerfällt in sich selbst und geht eine Rückbildung in eine eistoffige Materie ein. Es bildet sich der Zersetzungseiter, oder wie ich ihn nennen will, der primäre Eiter. Dieser Eiter unterscheidet sich wesentlich von dem sekundären, welcher im 2ten und 3ten Akte entsteht. — Der primäre Eiter ist die zersetzte thierische und von dem höchsten Grade der Stasis desorganisirte Materie. Welche innere, chemische Vorgänge dabei Statt finden, kann ich hier nicht erklären und muss mich begnügen, die Chemiker aufzufordern, den Gegenstand zu prüfen. Ich weiss aber, dass wenn dieser Eiter entsteht, auch in gleichem Verhältnisse die von der Stasis gebildete röthliche Masse verschwindet und deutlich in den Uebergängen zu erkennen ist, indem sie anfänglich fester wird, in eine weissliche Farbe übergeht und sich in Eiter auflöst. Dieser

Eiter zeigt theils sphärische Kügelchen, als Ueberreste organischer Elementarformen, theils Partikelchen zersetzter Substanz. Eigenthümlich ist sein Fettwachs ähnlicher Gehalt, sein Extraktivstoff und das Natron; auch reagirt er sehr oft sauer. —

Bis soweit ist der Prozess nichts als Zersetzung, deren Produkt der primäre Eiter ist.

§. 73.

Zweiter Akt. Die umgebenden Haargefässe, in denen sich die Stasis während dem verloren hat, entwickeln sich stärker und aus ihrer plasmatischen Absonderung bildet sich eine membranöse Schicht, dem Epithelium um so verwandter, als sie stets in Zerstörung und Abstossung kleiner Partikelchen begriffen ist. Auf dieser Schicht beginnt die sekundäre Eiterbildung. Es dringt basischer Thierstoff aus dem Capillarnetze und Gewebe hervor, dieser verwandelt sich theils in die Epithelialform, theils gerinnt er organisch zu Kügelchen, wird aber von der Zersetzungs- und Abstossungsrichtung der Epithelialmembran in eine ähnliche qualitative Bewegung gesetzt und erscheint, verschieden vom Plasma, als sekundärer Eiter. Dieser entsteht daher auch, wie *Brugmann**) und *Autenrieth* schon wussten, durchaus flüssig, fast ohne Unterschied vom Plasma, aus dem er hervorgeht, und erst, so zu sagen, durch Ansteckung zur falschen Bildung, und vermischt mit den abgestossenen Partikeln der überziehenden Membran, zum Eiter

*) *Dissert. de puogenia. Groening.* 1785.

werdend. Sein Albumen ist mehr coagulirt, undurchsichtig und der Wassertheil gerinnt durch Salmiakauflösung. Dieser Eiter in seiner reinsten Gestalt ist mit dem Dotter des Thieres zu vergleichen, mit dem er grosse Analogieen zeigt; namentlich wenn man die Parallelen zwischen Abscessdehiscenz und Eidehiscenz denkend verfolgt. Jetzt sind wir in unserer Darstellung auf den Punkt gekommen, den eigenthümlichen Charakter des Eiters und das Wesen der *Eiterkörperchen* bestimmter angeben zu können. Ich habe schon früher im Allgemeinen von *Eiterkügelchen* geredet ohne deren histologische Wichtigkeit weiter zu untersuchen; hier aber sollen uns diese Elementarformen des Eiters ganz besonders beschäftigen, da wir im Grunde *nur Dasjenige wahren Eiter nennen können, was mikroskopisch darstellbare Eiterkügelchen enthält.* Diese Eiterkügelchen sind so eigenthümlicher Art, dass da, wo sie vorkommen, die Pathologie wahren Eiter anerkennen muss und wo auch die chemische Analyse und die physikalische Betrachtung nicht zu antworten wissen, die mikroskopische Untersuchung einzig Aufschluss zu geben vermag. Der reine Eiter ist rahmartig, undurchsichtig und gelblich weiss; er riecht im Augenblicke seines Hervortretens beinahe wie frisches Blut und hat ein Gewicht von 1,030—1,034 spezif. — Ueber die Abweichungen des Eiters in Consistenz, Färbung, chemischen und physikalischen Eigenschaften, ja nach Ort Gewebe und Zustand desselben, hoffe ich ausführliche Mittheilungen in dem als III. Abschnitt dieses Buches später herauszugebenden zweiten Bande machen zu können.

Sehr häufig findet man den wahren Eiter mit Schleimkügelchen und zersetzten Gewebstheilchen vermischt und die Schleimkörperchen scheinen selbst die Fähigkeit zu haben, eine Verwandlung in Eiterkügelchen einzugehen. Die Eiterkörperchen, welche *Hunter*, *Gruithuisen*, *Vogel*, *R. Wagner*, *Donné*, *Gluge*, *Henle*, *Schwann*, *Güterbock*, *Valentin*, *Kaltenbrunner*, *Thomson* und *Wood* genauer untersucht haben, stellen sich mir immer als linsenförmige Körperchen dar, mit einem Durchmesser von $\frac{1}{200}$ bis $\frac{1}{300}$ Linie (0,0004 bis 0,0005″ P. M.) und wodurch sie sich bedeutend grösser als Blutbläschen darbieten. Ausser diesen giebt es noch kleinere, unregelmässigere Körper, welche ich aber nicht für eine Species halten kann, da sie sich ganz verschieden verhalten. Ich werde sogleich darauf zurückkommen. —

Bei starker Vergrösserung sieht man die Oberfläche der grossen Eiterkörperchen gekörnt, wie ein feiner Sandstein und die hier befindlichen Granulationen erscheinen ungefähr $\frac{1}{1000}$ bis $\frac{1}{2000}$ Linie stark zu sein. Die Körperchen sinken in dem gelblichweissen Plasma, worin sie sind, ihrer spezifischen Schwere wegen nieder und ihre Anzahl bestimmt die dünnere oder dickere Consistenz des Eiters. Sie scheinen gar keine Elastizität zu haben und nehmen nicht, wie gedrückte Blutbläschen, ihre normale Form wieder an. — Ganz besonders wichtig sind die Kerne der Eiterkörperchen, da diese uns durch ihre Eigenthümlichkeit in den Stand setzen, Eiter von Lymphe genau und sicher unterscheiden zu können. Wenn man nämlich die Eiterkugeln mit destillirtem Wasser oder mit Zuckerwasser vermischt und länger stehen lässt, dann verändern sie sich

nur wenig und nur ihre Ränder werden, bei grösserer Trübung des Centrum, etwas durchsichtiger. Sobald man aber ein Tröpfchen Weingeist darauf fallen lässt, dann hellt sich das Körperchen immer mehr auf, wird durchsichtig und lässt den ziemlich im Centro liegenden Körperkern erkennen. Nimmt man aber verdünnte Essigsäure, alsdann wird das Eiterkörperchen theils durchsichtig gemacht, theils aufgelöst und der innere Kern zeigt mehre Einschnürungen, welche bald in völlige Abtrennungen fortgehen, so, dass jeder Kern in zwei bis drei kleinere, ungefähr im Durchmesser 0,0010—0,0020''' starke Körperchen zerfällt, welche rund, ohne gekörnte Fläche und undurchsichtig sind. Ich habe diese Körperchen *nicht* durch Säure, wohl aber mit Liquor kali caustici vollkommen auflösen können. — Dass diese Kernchen *nicht künstlich* durch Essigsäure hervorgebracht werden, wie Einige glauben, beweist der Umstand, dass ich sie in Eiterkörperchen, welche mit destillirtem Wasser in Berührung gebracht waren, schon durch Einschnitte des Kerns vorgezeichnet fand, so dass man mehre Kerne zu sehen glaubte.

Was nun die kleineren Körperchen im Eiter betrifft, welchen schon vorhin Erwähnung geschehen und die ganz glatt ohne gekörnte Fläche und dabei kugelrund erscheinen, so halte ich diese, $\frac{1}{800}$ bis $\frac{1}{1000}$ grosse Körperchen nicht für eine und dieselbe Species. Sehr viele derselben sind wahrscheinlich die Kernkörperchen aufgelöster Eiterkugeln oder die Eiterkugeln entstehen dadurch, dass mehre kleine Körnchen zusammentreten und von einer gerinnenden Flüssigkeit umschlossen werden. Viele derselben sind aber ohne Zweifel nichts Anderes, als Olein- und Stearintheil-

chen, welche sich aus dem eistoffigen Fluidum gebildet haben. Wenn ich nicht irre, so halten *Stannius* und *Valentin* sie ebenfalls für Fettkörnchen. —

Zur Unterscheidung der Eiterkörperchen von Lymphe finde ich die Kügelchen der letzteren kleiner und ihr Kern ist stets nur einfach ohne bei Einfluss der Essigsäure in mehre Körperchen zu zerfallen. Mit Blutbläschen sind die Eiterkugeln bei einiger Bekanntschaft mit diesen Elementarformen gar nicht zu verwechseln. Schwieriger ist die Unterscheidung von Schleim und ganz unmöglich die von Tuberkelsubstanz. Ueber diese beiden letzten Kriterien bin ich ausser Stande bestimmte Erfahrungen anzuführen, da kein Merkzeichen mir immer und bei wiederholten Versuchen Stich halten wollte. Die chemische Analyse des Eiters ist sehr ungewiss; es giebt keine eigenthümliche Substanz, welche *Güterbock* „*Pyin*" nannte; im Allgemeinen offenbart sich der Eiter in seinem qualitativen Verhalten ebenso, wie geronnenes Plasma. (Eiweiss — Faserstoff.) *Valentin's* Analyse ist folgende: Frischer Eiter: — „Wasser 88,064. — Cholestearine 1,046. — Oelsaures Natron, Olein und Chlornatrium 1,029. — Stearine 0,705. — Flüssiges Eiweiss und Chlornatrium 1,987. — Geronnenes Eiweiss, Faserstoff, phosphorsaurer Kalk und Talk 7,169.

In 5,32% Asche: Phosphorsauren, kohlensauren und schwefelsauren Kalk: 0,62. — Chlornatrium mit geringen Mengen von kohlensaurem und schwefelsaurem Natron und Kali, so wie Spuren von schwefelsaurem Kalk: 4,70. — Schliesslich muss ich noch bemerken, dass es mir zwei Male möglich geworden ist, im Eiter eine Art von Kry-

stallen aufzufinden, welche doppelseitig zugespitzt erschienen und locker nebeneinander lagen.

§. 74.

Dritter Akt. Der primäre Eiter wird entfernt, entweder durch chirurgische Hülfe oder Aufbruch. Es ist eine Höhle vorhanden, ausgekleidet von der Epithelialmembran, von welcher stets der sekundäre Eiter abgesondert wird. Jetzt beginnt eine energische Zersetzung der Membran, indem an ihrer Stelle der Prozess der Granulation seinen Anfang nimmt. Aus dem sich ergiessenden Plasma gerinnen kleine Körperchen zu Zellen, entwickeln ein Gefässnetz, welches sich mit dem ältern verbindet, ebenso wie in der Exsudation (§. 48. III. Akt) und nehmen viel Blut auf, womit sie das ganze neue Gewebe tränken. Zugleich gerinnt über ihnen eine neue Epithelialschicht, aus welcher eine plastische Flüssigkeit hervordringt, die von dem sich stets wieder zersetzenden Ueberzuge die gelösten Partikelchen aufnimmt und als sekundärer oder Granulationseiter erscheint. Die erste Lage der Granulationen entsteht rein exsudativ, d. h. es gerinnt die Plasmaflüssigkeit, bildet neue Punktsubstanz und in ihr Gefässe und die von diesen neuen Gefässen abgesonderte Flüssigkeit verwandelt sich theils in den Epithelialüberzug, theils vermischt sie sich mit dessen zersetzten und abgestossenen Partikeln und neigt sich der inneren Qualität des Eiters zu. Die zweite Lage der Granulationen wird durch Fortspinnen und Weiterentwicklung der Gefässe in der ersten Lage erreicht, indem immer einige vorspringende Gefässschlingen von neugerinnendem Zell-

stoff umgeben werden und die Erhöhungen, das Warzenähnliche, bilden, während der Ueberschuss zum Ueberzuge sich gestaltet, der aber sogleich wieder in Zersetzung und Abstossung übergeht. Ist die Eiterhöhle ausgefüllt, dann geht, theils durch den Druck des Verbandes, theils durch organische Bestimmung der letzte Epithelialüberzug in die Hauptstruktur über, die Gefässweiterbildung hört auf und es bildet sich eine feste Narbendecke.

## §. 75.

Ueber den eben dargestellten Prozess herrschen sehr viele Meinungsverschiedenheiten. *Home**) glaubt, der Eiter bilde sich in Fleischwärzchen um, was *J. Müller***) ein gänzliches Missverstehen der Natur nennt. Man hat aber wohl zu unterscheiden, ob primärer oder sekundärer Eiter darunter verstanden ist. Der primäre Eiter ist platterdings keine organisirbare Materie und wird ausgeschieden, gleich einem zersetzten Absonderungsprodukt und erregt allenthalben, wo seine Entfernung Hindernisse fand und eine Resorption eintrat, eine Entmischung des Blutes und ein Streben des Organismus, diesen im Blute aufgelösten Eiter anderweitig im Gewebe abzusetzen und eine neue Eiterungsentzündung einzuleiten. Der sekundäre Eiter dagegen ist, im Augenblicke der Secretion,

---

*) *E. Home* Abhandl. über die Eigenschaften des Eiters. Uebersetzt in der Sammlung auserlesener Abhandl. Bd. XII. St. 4. p. 699.

**) Physiologie S. 402.

wo er überhaupt noch gar nicht den Namen des Eiters verdient, allerdings organisirbar, aber da er in der Eiterhöhle alsbald angesteckt wird in eine abnorme Metamorphose einzugehen (diese Ansteckung geschieht nach dem Gesetz, dass der Rest einer ausgegohrenen Flüssigkeit (primärer Eiter) eine andere gährungsfähige Flüssigkeit in denselben Umwandlungsprozess zieht, ferner dadurch, dass die abgestossene und zersetzte Epithelialschicht sich mit der secernirten Flüssigkeit mischt), so verwandelt er sich in die Materie, welche wir Eiter nennen. Diejenige Flüssigkeit aber, welche in den Granulationen als Plasma weilt und unterhalb der Epithelialdecke gerinnt, ist allerdings die Basis der Fleischwärzchen und ist daher auch gar nicht mit dem Eiter zu verwechseln. Nur der Ueberschuss dieser Basis metamorphosirt sich als Eiter und Granulationsepithelium.

Freilich behauptet *Müller* (a. a. O.), dass bei der Eiterung keine plastische Materie ausgeschieden werde, dass keine neue Gefässe in exsudirter Materie entständen und vielmehr ein Vorschieben organisirter Partikel Statt finde. Diese Behauptungen kann ich nicht unbesprochen lassen. Ich kann mir gar kein Wachsthum durch Intussusception denken, das nicht in einer Ergiessung, Gerinnung, Inselbildung und Gefässanlage des Plasma (basischer Thiersubstanz) begründet wäre. Es kann sich nichts aus dem früheren herausschieben, sondern Alles entsteht da, wo es ist, gleich einem Krystallisationsakte, und das Organische wächst nur durch Vergrösserung und Neubildung seiner Elemente. So wenig, wie ein Gefäss oder Nerv dadurch fortwächst, dass es sich immer weiter

wegschiebt, sondern wie der Nerv immer da entsteht aus dem Urstoffe, wo er gefunden wird, ebenso kann auch keine Granulation sich herausschieben und räumlich ausdehnen, ohne dass eine Basis vorher gegeben wäre, welche zur neuen Bildung dient. Diese Basis kann aber nur exsudatorisch gegeben werden, indem das Plasma aus den Gefässnetzen sich ergiesst und in das Parenchym tritt, um zu gerinnen und sich durch den Akt der Primitivzellenbildung fortzugestalten. — Dieser Prozess scheint dem umsichtigen *Müller* auch vorgeschwebt zu haben, da ich sein Kapitel über Intussusception *) gar nicht anders verstehen konnte, wo er selbst sagt: der im Blute aufgelöste Faserstoff (?) (Plasma) enthält das Prinzip des Lebens in sich und wird im ausgeschwitzten Zustande noch organisirt.

## §. 76.

*Langenbeck* glaubt, dass die Granulationsheilung erst dann vor sich gehe, wenn die Fleischwärzchen die Eiterabsonderung sistirten. Allerdings wird die Eiterabsonderung immer mehr der plastischen Materie ähnlicher, je geringer der Zersetzungsprozess auf der Oberfläche der Granulationen wird, indessen hat man einmal die Natur des Eiters nach meiner Unterscheidung anerkennen wollen, so fällt auch dieser Streitpunkt weg. Der Zersetzungsprozess währt so lange, bis sich die Epithelialdecke zur Narbe umbilden will, also so lange, als Granulationen frei liegen. Dieses erkannte auch

*) Physiologie, S. 357.

*Pauli**), der in seinem speziellen Werke noch auf die Gefässbildung besondere Beobachtungen gerichtet hat, welche ich hier nur anzudeuten mich begnüge in Voraussetzung, dass den Lesern jene Preisschrift hinreichend bekannt ist. Wenn *Müller* aber auf Seite 403. seiner Physiologie sagt: „der Eiter wird nicht von den Blutgefässen abgesondert, sondern von der exponirten Oberfläche der Granulationen, so bestätigt er durchaus meine Ansicht, denn die genannte Oberfläche ist die epitheliale, sich stets zersetzende und neubildende Schicht, mit welcher der Ueberschuss der plastischen Flüssigkeit sich verbindet und mit ihr zum Eiter umgewandelt wird. Dass die obere Lage der Fleischwärzchen an der Zersetzung Theil nimmt, habe ich niemals gefunden, und bei der profusen Eiterung müsste das Niveau der Granulationen fallen, was aber nicht geschieht. Ich habe sie mit einem guten Mikroskop betrachtet und zwar an einer Wunde meines eigenen Fingers, aber ich konnte auch hier keine andere Veränderung der Oberfläche erkennen, als ein Abstossen epithelialer Partikel, Zunahme der Gefässschlingen und Primitivzellchen und Hervorquillen dünnflüssigen Plasmas, welches sich mit der zersetzten Obermembran in Eiter verwandelte. Dass eine profuse Eiterung so bald die Kräfte des Kranken erschöpft, möchte ebenfalls wohl vermuthen lassen, dass kein blosser Zersetzungsstoff, sondern auch Plasma im Eiter enthalten sei. Auch habe ich gesehen, dass Eiter

---

*) *Pauli, de vulneribus sanandis comment. physiolog. chirurg. praemio ornata. Gotting.* 1825.

aus einer profus absondernden Fläche sehr leicht durch Wärme und concentrirte Säuren, gleich dem Plasma, gerinnt, was der gewöhnliche Eiter sehr selten thut. Auf die Lehre von der Eiterbildung wirft auch das sogenannte Versetzen des Eiters ein helleres Licht. In Abscessen und Wunden sind die Granulationsoberflächen die evidenten Secretionsorgane des Eiters, wir finden aber auch in dem Urin vollkommene Eiterkörperchen und ebenso in allen Geweben, in welchen eine bereits vollendete und resorbirte Eitersubstanz plötzlich zum Vorschein kommt. Die von *Vogel* und *Henle* beschriebene Umwandlung der Schleimkörperchen in Eiterkörperchen ohne vorhergegangene Entzündung ist nicht genug erwiesen und will mir nicht recht in die Analogie verwandter Bildungsprozesse hineinpassen. So wenig indessen Blutbläschen in die Gefässe zurück- und an einem andern Orte austreten können, ebenso wenig die noch einmal so grossen Eiterkörper. *H. Nasse* lässt das Blut vom resorbirten, flüssigen Theile des Eiters verderbt und zu grösserer Gerinnung gebracht werden (*Rust's* Magazin Bd. 45. S. 407.), also dadurch Stockung und Entzündung bedingt werden. Hiermit bleibt aber der Eiter nur eine Gelegenheitsursache, die er doch bei Zuständen, wie z. B. metastatischen Abscessen, keinesweges ist. Eine Eiterversetzung ist aber nur dadurch möglich, dass bei einer vorhandenen Eiterung an einem entfernteren Organe eine Entzündung entsteht, welche aber ihre Reihe von Zustandsveränderungen (Symptomen) nicht äussern kann, indem die bestehende Eiterung durch ihre vitale Rückwirkung vorherrscht. Wenn aber die neue Entzündung allmälig Raum und Energie gewinnt, so muss

sie auch die Suprematie über den bestehenden Eiterungszustand gewinnen, so dass hier die Eiterung allmälig aufhört und die neue Entzündung jetzt um so rascher in Eiterung übergeht, als die Vitalität des Organismus bereits gelitten hat. — Entzündung ist immer die natürliche Vermittlung des Eiters und ich zweifle sehr an einer Umwandlung normaler Secretionskügelchen in Eiter ohne voraufgegangene oder fortbestehende Stasis.

d) *Reunio* und *Regeneratio secunda intentione.*

§. 77.

Nach den Grundansichten, welche ich von der Eiterung niedergeschrieben habe, möge es mir erlaubt sein, die Eiterung nochmals in der Wunde zu betrachten. — Bekanntlich heilen Wunden, wobei die Theile eine starke Zerrung, Dehnung oder Quetschung und Substanzverlust erlitten haben, gewöhnlich auf dem Wege der Eiterung. Es wird durch diese Umstände ganz derselbe Zustand im organischen Gewebe hervorgebracht, wie ihn auf dem Wege der Entzündung der höchste Grad der Stasis verursacht; nämlich Abstossung der lebensunfähig gewordenen Substanzen. In der Wunde, welche durch Eiterung heilen muss, geht zunächst, bei entzündlichem Zustande der unverletzten Capillarumgebung, eine Zersetzung derjenigen Theile vor sich, welche lebensunfähig geworden sind und diese Zersetzung bildet den primären Eiter.

Hat sich der lebenvollere Theil auf diesem Wege gegen die Zersetzungseiterung abgeschlossen, dann entsteht auf angegebene Weise die Granulationsbildung im ganzen Umfange der Wunde, als ein Beweis, dass die Capillar-

gefässe ihre Entwicklung und Neubildung innerhalb einer schwammig-zelligen Parenchymmasse begonnen haben. Es vermischt sich das überschüssige Plasma mit der abgestossenen, zersetzten Epithelialmembran, welche immer wechselnd, die Oberfläche der Granulationen bedeckt und giebt die Eiterkügelchen. Dabei wird die Circumferenz der Wunde immer kleiner, die Granulationsfläche hört im gleichen Grade auf abzusondern, als sie ebenfalls an Raum abnimmt, und endlich bildet sich aus der Epithelialdecke eine Narbe. Ist an der Oberfläche der Wunde viel Substanz verloren gegangen, dann geht von den Hauträndern eine Zellgewebsfortbildung vor sich, welche freilich nicht die komplizirte Struktur der Haut erreicht, aber doch, ohne Bälge und Perspirationsorgane, das verlorene Gewebe durch verdichtetes Zellgewebe genügend ersetzt. Schusswunden bieten dem Chirurgen vielfache Gelegenheit, die Granulationsbildung zu beobachten und sich zu überzeugen, dass die eigentliche Zersetzungseiterung erst bis zu einem Abschlusse des lebenvolleren Theiles vom lebensunfähigen erfolgt sein muss, ehe die Granulation beginnt. Doch ist zu berücksichtigen, dass immer noch zurückgebliebene, in Auflösung begriffene Partikel vorhanden sind, welche dann mit dem sekundären Eiter sich vermischen und diesem vollends die plasmatische Natur rauben.

## §. 78.

Bei schlechter Konstitution erscheinen die Granulationen welk und bluten leicht, was in der mangelhaften Entwicklung des Parenchyms begründet ist. Das Plasma, als Basis der Bildung, ist nicht plastisch genug und da die

neuen Capillargefässe nicht als solche stabil stehen bleiben, sondern stets in innerer Auflösung und Wiederholung begriffen sind (weil sich ja ohne dieses stete Obliteriren und Neugerinnen die Gefässe nicht zu einem zusammenhängenden Netze fortspinnen könnten), so erfolgt oft die Rückbildung der Kanälchen früher, als die neuen, weitergreifenden Gefässbögen hinreichend Festigkeit erlangt haben; das Blut ergiesst sich, weil es keinen Widerstand findet und jede entstehende Blutung wirkt der Neubildung entgegen. Diejenige Stelle einer Granulationsfläche, welche öfters blutet, bleibt auch stets hinter dem Niveau der übrigen Fläche zurück.

§. 79.

Eine zu grosse Wucherung der Granulationen über das Niveau der Wundoberfläche hinaus nennt man bekanntlich Caro luxurians. Die Chirurgen betupfen dieses mit einem Aetzmittel, am gewöhnlichsten mit Höllenstein. Hierdurch wird der Zersetzungsprozess über die Epithelialschicht hinaus auch auf die Granulationen selbst geführt und die oberen Fleischwärzchen sterben sogleich ab, was zur Folge hat, dass nach jeder Betupfung auch eine stärkere Eiterabsonderung eintritt. Herrscht eine Vitalitätsumstimmung vor, dann hört oft die Eiterung ganz auf, die Wunde ist trocken, die Granulationen werden fest und ihr Epithelialüberzug nimmt, weil er nicht zersetzt wird, eine hautähnliche Beschaffenheit an, er organisirt sich und wird nicht abgestossen. Solche Fälle zeigen es wieder recht bestimmt, dass das eigentlich Zersetzte im sekundären Eiter gerade die abgestossenen Theile der stets sich ablösenden und ersetzenden oberen Decke sind.

§. 80.

Durch Granulation heilen auch Knochen wieder. Nachdem der Akt des Zersetzungseiters hier durch Abstossung des nekrotischen Stückes erfüllt ist, entsteht auf der erweichten Knochenfläche die Fleischwärzchenbildung, die dann später vom phosphorsaueren Kalke dergestalt durchdrungen wird, dass die aus den neuen Capillargefässen exosmotisch hervordringende Thierbasis in sich selbst den Kalk erzeugt, in das Wärzchenparenchym einlagert, die Gefässe hier und da verdrängt und nach dem Uebergange in knorpelichte Struktur allmälig das Gewebe des Knochen erreicht. (Ueber die Regeneration wird der zweite Abschnitt noch besonders handeln.)

B. *Entzündung auf dem Wege zur Bildung unterbrochen und in andere Zustände übergehend.*

§. 81.

Wir können uns in den folgenden Kapiteln kürzer fassen, da die jetzt darzustellenden Phänomene sich auf die angegebenen Akte der Entzündung basiren und nur geringe Modifikationen oder andere Ursachen zeigen. Bei der, auf dem Wege unterbrochenen Entzündung haben wir zwei Erscheinungen zu erkennen, nämlich die Zertheilung, Resolutio, und die Verhärtung, Induratio. Beide Zustände machen die von der entzündlichen Stasis vorbereiteten Bildungsakte unmöglich, indem die Resolutio den vorbereitenden Prozess, also die Stase, aufhebt, die Induratio aber auf dem Punkte der Stasis beharrt und nicht in die relativ normale Restitution der Gewebe überschlägt.

Beide Phänomene stellen sich in ihrer Eigenthümlichkeit folgendermassen heraus.

a) Uebergang in Zertheilung, Resolutio.

§. 82.

Bei jeder Wundenheilung darf die Zertheilung nicht eintreten, weil damit zugleich das Mittel der Restitution aufgehoben wird. Dagegen ist sie bei Stasis ohne Verletzung der Gebilde immer ein wünschenswerther Ausgang. Es schreitet die Stasis bis zu dem Grade fort, wo die Gefässe noch nicht ihre Wandung aufgegeben haben und der Erguss des Plasma und der aufgelösten Blutkörper keine Zerstörung der Grenzen zwischen Festem und Flüssigem bewirkt hat. In diesem Zustande ist die Zertheilung möglich. Sie geschieht im gelinden Grade der Entzündung von selbst, bei stärkerer Stasis aber gewöhnlich nur durch ärztliche Mittel.

§. 83.

Die Mittel, welche angewendet werden, um eine Entzündung zu zertheilen, geben uns schon eine allgemeine Beurtheilung an die Hand, wornach wir die Zertheilung verstehen können. Es ist bekannt, dass Blutentziehung, antiphlogistische Salze (d. h. solche, welche die Gerinnbarkeit des Blutes aufheben), Applikation äusserer Kälte und zusammenziehender Stoffe etc. die Zertheilung begünstigen. — Es soll also bewirkt werden: ein verminderter Druck des Blutes auf die expandirten Gefässwände und Hinbewegung der Stasis nach den mehr entleerten Kanalräumen; ferner Anregung der Kontraktion der Gefässe und Beförderung des Blutdurchflusses mittelst Verminde-

rung der Blutgerinnbarkeit, wodurch gleichzeitig das Ergiessen und Gerinnen des Plasma beschränkt wird.

§. 84.

Sobald die Entzündung in Resolution übergehen will, beginnt in der Peripherie eine Gefässschlinge nach der andern wieder in Bewegung zu gerathen; die Wandung zeigt wieder Contraktilität, im Bereiche des neubegonnenen Stromes wird die ergossene Flüssigkeit endosmotisch aufgenommen und das Gewebe kehrt in seinen elastischen Zustand zurück. — Dieser Prozess schreitet immer weiter gegen das Centrum hin, das Blut, welches durch seine Bläschen die zusammengesetzten Entzündungskugeln (nach *Gluge*) bildet, wird wieder eine homogene, resorptionsfähige Flüssigkeit, man sieht auf einmal viele kleine Strömchen von Neuem in Bewegung treten und oscillatorisch die nächste stockende Masse anregen. Die Folge davon ist, dass die Nerven nicht mehr den abnormen Lebenszustand erfühlen und das Symptom des Schmerzes aufhört; mit der neuen Abführung des Blutes vermindern sich Temperatur und Röthung und erst später wird es der Resorption möglich, das Ergossene aus dem Parenchym wegzuführen. Desshalb bleibt die Geschwulst am Längsten, weil erst die Gefässe wieder in ihre volle Lebensthätigkeit eintreten müssen. Kleine Gefässe, welche im Mittelpunkte der Entzündung ihre Lebensenergie verloren haben, obliteriren auch wohl und man erkennt dann eine Zeit lang noch einen dunklern Fleck im Gewebe, weil zugleich die Resorption des Ergossenen neben der Obliteration retardirt. Obige Beobachtungen habe ich an mehren zum Behufe des Versuches

vorbereiteten Fledermausflügeln gemacht und es wurde mir dabei immer wahrscheinlicher, dass nicht nur die Agglomeration der Blutbläschen (die sehr schnell zerfallen), sondern vorzüglich Faserstoffkugeln in Häufchen von 30 bis 40, die „zusammengesetzten Entzündungskugeln" darstellen. *)

### b) Uebergang in Verhärtung, Induratio.

#### §. 85.

Die Verhärtung ist ein rein exsudativer Prozess. Namentlich findet er in sehr gefässreichen Geweben Statt, wo die Stasis noch nicht so allgemein zur Perfektion gekommen ist, dass die Blutcirculation ganz sistirt wurde. Desshalb finden wir sie leicht bei chronischen Enzündungen, in denen überhaupt nur eine unvollkommene Stasis eintritt, welche immer noch Zuführung des Plasma erlaubt.

#### §. 86.

Sobald die Entzündung nicht heftig, also die Circulation nicht durchaus sistirt ist, ergiesst sich eine grosse Menge basischer Flüssigkeit exosmotisch in die Gewebe und gerinnt hier. Die Resorption kann diese Exsudation nicht reduziren, weil dazu die Capillarität dort zu herabgestimmt ist. Durch die Exsudation werden anfangs die Zellen ausgedehnt und durch ihre Füllung mit gerinnender Substanz verlieren sie ihre elastische Eigenschaft und das Gewebe wird hart anzufühlen. Dieses ist der erste und zugleich unterste Grad der Induration.

---

*) Ein Mehres darüber soll der III. Abschnitt künftig mittheilen, da diese Beobachtungen noch fortgesetzt werden.

§. 87.

Wenn das Plasma das Gewebe füllt und gerinnt, dann entsteht in ihm die Neigung der Gefässbildung auf dieselbe genetische Weise, wie solche früher bei der Exsudation beschrieben wurde. Die alten Gefässe obliteriren durch den Druck des indurirten Gewebes, aber auch die neuen Netzkanälchen beschränken sich dadurch, dass sie Plasma ergiessen und die Induration, welche der Gefässfortbildung hinderlich ist, begünstigen. Dieses ist die Ursache, dass bei der Induration, trotz des grossen Strebens nach Gefässbildung, doch nur wenig Gefässe ihre Funktion behalten und desshalb die Induration kalt, von geringer Circulation und Empfindung erscheint, indem auch das Nervenleben unter der Parenchymverdickung leidet. In noch höherem Grade verwandelt sich das Plasma in Fett, das Gewebe verliert seine zellig-fibröse Grundstruktur, selbst Kalkerde entwickelt sich aus der exsudirten, basischen Substanz und giebt der Geschwulst eine knöcherne Struktur. Oft findet dabei Anschoppung von Blutbläschen Statt. —

§. 88.

Oft wird nach dem ersten Ergusse der plastischen Flüssigkeit die fernere Exsudation sistirt, weil das Gefässleben zu schwach und von der zunehmenden Stase beschränkt ist; die Zellen werden von der ergossenen, basischen Flüssigkeit, welche im Gerinnnn an Volumen verliert, zusammengezogen, die Zellenwände verwachsen und es verkleinert sich das Gewebe, eine Induration ohne Geschwulst darbietend.

§. 89.

Mehre interessante Beobachtungen waren mir an verhärteten Muskeln vergönnt, durch Quetschung und Druck herbeigeführt. Die Rekruten leiden sehr häufig, in Folge des ungewohnten und ungeschickten Gewehrschulterns, an Quetschung der Haut an der linken Schulter, Ergiessung von Plasma und Blut in das Zellgewebe und im höheren Grade an Induration der darunter liegenden Muskelparthieen, die dann in der Regel exstirpirt werden müssen. Zweimal operirte ich eine solche, den vorderen Theil des Deltoides und das darüber liegende Zell- und Hautgewebe bis zur Steinhärte verwandelnde Geschwulst und nahm Gelegenheit, die indurirte Struktur unter dem Vergrösserungsglase zu untersuchen. Das Zellgewebe ging ohne erkennbare Grenze in die Muskelsubstanz über. Die Zellen waren fest mit einander verschmolzen und zwischen ihnen war Knochenerde abgelagert, doch ohne eine Spur von Gefässen zu erkennen. Die Muskelfasern waren von allen Seiten mit solchem kalkartigen Zellgewebe verschlossen, die Fasern selbst hatten die Beschaffenheit der Sehne und das Gefässsystem war gänzlich zurückgedrängt. An vielen Stellen ging die Muskelfaser mit sehniger Beschaffenheit ohne Grenze in den Kalk über. Als die Induration in eine Vermischung von Essig- und Salzsäure gelegt war, löste sich die Kalkerde auf, wurde ausgezogen und man behielt ein sehniges, die Struktur des Muskels verrathendes Gewebe. Die Ablagerung oder vielmehr an Ort und Stelle aus dem ergossenen Plasma neu erzeugte Absetzung der erdigen Theile war zwischen

den Muskelbündeln und innerhalb der Zellgewebsräume geschehen und erstere waren durch den Druck allmälig gefässlos und starr geworden.

### C. *Entzündung, als Akt der Verbildung und concreten Abspiegelung parasitischen Krankheitlebens. Inflammatio pseudomorphotica.*

§. 90.

Der Organismus kann beschädigt werden durch chemische und mechanische Einwirkungen, es kann ihm eine Arterie geöffnet, eine Verblutung herbeigeführt werden, es kann Arsenik oder ein durchschnittener Nervenstamm das Leben des Organismus tödten, eine Wunde kann die Haut, einen Muskel verletzen, es wird sich Entzündung entwickeln, aber alle diese Erscheinungen sind keine Krankheiten zu nennen. So stirbt der Organismus oft plötzlich, oft langsam, ohne dass sich Krankheit bildet, es heilen wieder die Beschädigungen und Wunden, eine unterdrückte Absonderung wird durch eine andere zeitweise ersetzt, bei Erkältung übernimmt bis zur Ausgleichung die Niere auch die Funktion der Haut etc., alles dieses wird bedingt durch die normale Energie des Lebens, welche alle Glieder in steter Metamorphose erhält, um das Urbild des Organismus in dem beschädigten Theile wieder geltend zu machen und um zu diesem Zwecke auszugleichen, zu füllen und herzustellen. — Nur die Entwicklung von Erscheinungen, welche in einer inneren Verknüpfung mit einander stehen und gewisse Entwick-

lungsperioden, abweichend von der normalen Organisation, äussern (die auch unter andern Verhältnissen zu den oben als Beispiel angeführten Beschädigungen hinzutreten können), dürfen als Krankheit bezeichnet werden *). — Der Organismus verhält sich bei Entwicklung der Krankheit durchaus zeugend, indem die disponirenden und occasionellen Potenzen sich als weiblich-männliche Momente darstellen, als deren Resultat die Idee der Krankheit hervorgeht. Es können dabei die einzelnen Sphären, welche einander entgegengesetzt sind, innerhalb eines Gliedbaues, z. B. Seelen- und Leibleben, Ernährungs- und Geschlechtssphäre, mit einander Krankheit erzeugen, oder die andere Potenz liegt in der Aussenwelt in andern Organismen begründet. Es wird z. B. irgend eine Sphäre des individuellen Seins gestört, entweder erregt oder gedämpft, überhaupt aus seinem Lebensverhältnisse zu der ganzen organischen Stimmung gebracht, diese Sphäre wirkt auf den ganzen Organismus zurück und erzeugt eine neue, abnorme, aber in sich bestimmte Lebensrichtung, welche wir Krankheit nennen, ein sekundäres Leben, welches sich im Organismus parasitisch zu vollenden sucht. Die reinste und ideellste Form solcher Krankheit ist das Fieber, welches im Blutleben sich offenbart, weil ja gerade diese Sphäre am Mannichfaltigsten mit der Aussenwelt in Wechselthätigkeit und Zeugung begriffen ist. Je mehr sich eine Krankheit entwickelt, desto mehr strebt sie auch dahin, nicht nur als Fieber ideell den

---

*) Vergleiche *Klencke's* Naturphilos. System d. Heilkunde (Braunschweig, Oehme und Müller) pag. 28 u. flgd.

ganzen Organismus zu beherrschen, sondern sich auch in einem leiblichen Produkte abzuspiegeln, mit einem Worte „körperlich“ zu werden. Dieses vermag sie, indem sie die Bluthämatose in ihrem Sinne verändert, zwischen Blutsystem und parenchymatösen Geweben örtliche Konflikte hervorruft, die als Stasis, Entzündung, erscheinen und als deren Fortgang dann ein im Sinne der Krankheitsidee bildsames Plasma ergossen wird, welches die Basis zur Pseudomorphose, zum concreten Krankheitsprodukte, abgiebt.

§. 91.

Das parasitische Bildungsleben, vulgo Krankheit, kann aber keinen andern Bildungsweg einschlagen, als den physiologischen, denn parasitisches Leben beherrscht das normale Gesetz und braucht es zu falschen Zwecken. Der physiologische Vorgang bei den Verbildungen und Pseudomorphosen ist daher nicht sehr von dem Typus des normalen Zustandes verschieden, aber die gebildeten Elemente werden zu andern Gesammtformen vereinigt und zu Gebilden vollendet, welche ihrem Raume und ihrer Bedeutung nach nicht in dem Begriffe des normalen Organismus liegen.

§. 92.

Die pseudomorphotische Entzündung zeigt aus eben angegebenen Gründen die zwei Hauptmomente jedes entzündlichen Prozesses, nämlich „Rücktritt des örtlichen Gefässlebens und Plasmavorherrschen mit bildender Gerinnung und Metamorphose. Der erstere Akt ist nicht

von der Entzündung der Vis restituens verschieden, wohl aber der zweite Akt, weil gerade in ihm das Abnorme des Krankheitsbildes zur concreten Erscheinung kommen soll.

§. 93.

Wir haben hier nur die physiologische Seite der Inflammatio pseudomorphotica darzustellen und rechnen hierher im mildesten, exsudativen Grade die Pseudomembran, und in weiterer, parasitischer Fortbildung, die Wuchernng, überhaupt die krankhaften Geschwülste.

a) Pseudomembran-Bildung.

§. 94.

Der Prozess bei dieser Bildung ist ganz einfach und seinem Wesen nach ganz dem in §. 48 gegebenen Akte gleich. In Folge einer krankhaften Stasis ergiesst sich, namentlich an serösen Membranen, die basische Thiersubstanz, welche im normalen Zustande hier nur ihr eistoffiges Wasser verdunsten lässt, stärker und es gerinnt, zwischen dem Boden der Exosmose und einer nahen Wand, die ausgeschwitzte Eistoffflüssigkeit anfangs zu einer auf der Grenze zwischen Fasern und Flüssigen stehenden Punktsubstanz, es bilden sich Rinnen, neue Gefässe, Netznerven und Lymphgefässe und es tritt diese Pseudomembran ganz in die Reihe organisirter Gebilde. Gewöhnlich bleibt in dem ersten Boden der Exsudation eine chronische, milde Stasis vorherrschend und die Circulation geht von dem Boden aus ununterbrochen in die Pseudomembran über. Die interessantesten Präparate von Pseudomembranen sah

ich in der Sammlung eines Kollegen am Rhein. Es waren Afterbildungen der Pleura pulmonalis-costalis, in welcher die Arterien und Venen injizirt und auch die Netznerven, wie ich sie bald nach *Purkinje* gefunden und beschrieben habe*), waren hier auf meine Veranlassung, nachdem die Membran einige Zeit in Essig gelegen hatte, aufgesucht und unter einer dreihundertmaligen Linearvergrösserung deutlich zu sehen. Wegen Injektion der Lymphgefässe mit Quecksilber sind noch die von *Schröder van der Kolk***) präparirten Pseudomembranen zu bemerken, über welche *Joh. Müller*, der sie gesehen, näher berichtet***).

Die Pseudomembranen fallen ihrer Bildung nach so sehr mit den früheren dargestellten Exsudationsakten zusammen, dass hier ausser der abnormen Ursache ihrer Entstehung nichts weiter zu erörtern bleibt. Sie können allenthalben vorkommen, wo Exsudat von Plasma Statt findet und freie Oberflächen sind. Am häufigsten finden sie sich an Pleura und Peritoneum, worüber die Pathologie Aufschlüsse zu geben hat.

### b) Krankhafte Geschwülste, Wucherungen, scirrhöse, carcinomatöse und fungöse Bildungen.

§. 95.

Geht eine krankhafter Weise verursachte Exsudation oder eine auf dem gewöhnlichen Wege der Exosmose und

---

*) Siehe meine neuen anatom. und physiolog. Untersuchungen, etc. Göttingen, bei Vandenhoeck. §. 90.

**) *Observat. anat. path. p.* 43.

***) Physiologie, S. 388.

Nutrition Statt habende Plasmaflüssigkeit im Gewebe nicht in die gewöhnlichen Ausgänge der Entzündung oder Elementarbildung über, verlässt die nutritive Potenz des Plasma den innerlich bestimmten Prozess der Restitution oder Bildung und spiegelt sich in der Verwandlung des Gewebes und in dem Verhältnisse der Bildungsflüssigkeit zu dem Parenchym ein fremdes Bild, eine Krankheit, ein Produkt parasitischen Lebens ab, ist mit einem Worte die im Organismus erzeugte Krankheit im vollsten Masse konkret geworden, dann haben wir das Phänomen der Verbildung vor uns.

§. 96.

Der erste (dyskrasische) Grund liegt darin, dass die Bildungsflüssigkeit, die basische Thiersubstanz, von der Krankheitsidee durchhaucht und modifizirt wird. Die Consequenz davon ist, dass die im Stoffwechsel nöthige Assimilation und Restauration nunmehr im Sinne der Krankheit geschieht, welche die basische Thiersubstanz sich unterthan gemacht hat. Das Resultat dieser fremdartigen Bildung auf organischem, stets feindlich zur Krankheit sich verhaltenden, aber materiell beherrschten Boden, ist das Verbildungsprodukt.

§. 97.

Wir haben viele Arten dieser falschen Bildung, welche mit dem Akte der Entzündung beginnen. Das Heer der Hautkrankheiten, Herpes, Lepra, ferner die dyskrasischen Ablagerungen und Pseudowucherungen, Sarcom, Polyp, Arthritis, Syphilis, Scirrhus -- etc. gehören hierher. —

Es ist hier nicht Absicht, alle diese Formen in ihrer anatomisch-physiologischen Entstehung und Vollendung zu beschreiben, da dieselben theils ganz der Pathologie angehören und den physiologischen Boden verdrängen, theils aber zu weitschichtig sind und ein eigenes Buch füllen würden. Ich habe sie hier nur der Vollständigkeit wegen angedeutet, bemerke aber im Allgemeinen, dass die organische Substanz gänzlich umgewandelt wird, mehr in eine homogene, mit Zellstoff und Blutgefässen durchzogene Masse übergeht und kein physiologisches Moment zurücklässt. Sehr häufig sind Zerstörungen der organischen Masse damit verbunden, und wie sich diese in ihrer ersten und einfachsten Formen manifestiren und einleiten, das wollen wir im Prozesse der Ulceration kurz mittheilen *).

## D. *Entzündung ohne Bildung, als Akt krankhafter, partieller Sistirung der Capillargefässe; im höheren Grade örtliche Zerstörung des Lebens.*

### §. 98.

In früheren Darstellungen habe ich ausgesprochen, dass in einer reinen Entzündung zwei Hauptmomente liegen, nämlich Rückbildung des Gefässsystems (Stasis) auf der einen, und Fortbildung (Exsudat und Granulation) auf der andern Seite.

---

*) Einige bemerkenswerthe Pseudomorphosen habe ich im II. Abschnitte dieses Buches bei den Versuchen über Regeneration mitgetheilt.

Nun giebt es aber auch entzündliche Zustände, in denen das Moment der Neubildung ausbleibt, weil der Organismus durch allgemeine oder örtliche Schwäche nicht im Stande ist, das Vorherrschen des Plasma zu fördern oder weil eine krankhafte Umstimmung der basischen Thiersubstanz feindlich auf das Parenchym wirkt und dieses in eine Zersetzung führt.

§. 99.

Die Formen dieser Rückbildung des Gefässlebens bei unterdrücktem Fortbilden aus dem Plasma sind verschieden. Ich hebe hier aber drei besondere Formen heraus, um an ihnen zu zeigen, wie sich das organische Gewebe dabei verhält.

a) *Inflammatio torpida, typhosa* etc.

§. 100.

Hier haben wir die Erscheinung der einfachen Stasis vor uns. Schwäche, gesunkene Vitalität im Gesammtorganismus oder in einzelnen Gliedern, bewirkt Stase in den Capillargefässen nach den im §. 30 angegebenen Akten. Weiter schreitet aber der Zustand nicht, es bleibt das Blut innerhalb der Gefässe liegen, befördert in der Umgebung Reiz zu fernerer Stasis oder die Umgebung selbst ist zu sehr in ihrer Vitalität gesunken und die Stasis erscheint hier nur als Erschlaffung. Bei Nervenfiebern, in denen die Blutbereitung und der innere Gährungsvorgang leidet, entsteht die Stasis in den Capillarnetzen durch mangelhafte Exosmose und Endosmose, das Blut wird leicht flüssig in den Gefässen, ohne die Stasis aufzuheben, weil die Ge-

fässwandungen in ihrem Leben geschwächt sind, es lösen sich die Blutbläschen auf, die farbestoffige Hülle, im Plasma aufgelöst, tritt durch die Gefässhaut und bildet Ecchymosen; die Gefässe selbst sind dabei selten aufgelockert und man findet in solchen Ergiessungen desshalb keine Blutbläschen, sondern nur eine rothgefärbte gleichartige Masse, welche aus Plasma und aufgelösten Blutbläschenhüllen besteht. Ebenso verhält es sich in den Flecken des Morbus maculosus, die durch partielle Stasis, Auflösung des ruhenden Blutes und Durchschwitzen in das Parenchym begründet sind. So wie sich die Vitalität des Organismus hebt, erwacht auch in diesen Stasen die Resorption, oder es geht eine solche in reine Entzündung über, weil sich das fehlende Moment (Plasma und dessen bildende Gerinnung) einstellt.

### b) Exulceration.

### §. 101.

Das Geschwür ist der reine Gegensatz der Regeneratio suppurativa. — Es ist ein Zustand eingetreten, der entweder aus dem höchsten Akte der Entzündung (§. 66) bei Vitalitätsumstimmung und störenden Einflüssen hervorgeht, (wie fremde Körper in der Wunde, schlechte ärztliche Behandlung), oder in einer herrschenden dyskrasischen Entmischung der Säfte begründet liegt (Scropheln, Syphilis, Scorbut).

In einem Geschwüre beginnt ebenso, wie in der Eiterung, die Abstossung der lebensunfähig gewordenen Partikeln, indem sich die primäre Eiterung zeigt. Es entsteht aber keine regenerative Granulationsbildung und die

Zersetzung greift immer weiter, indem die vorbereitende Stasis fortrückt. Das Produkt der Ulceration ist Zersetzungseiter oder besser Ichor (Jauche) genannt*).

§. 102.

In der Exulceration kann neben der Zerstörung des Gewebes eine torpide oder mehr reinere Entzündung Statt finden, wonach die Chirurgen den Charakter der Geschwüre unterscheiden. Hört die Zersetzung der Gebilde auf und nimmt der plastische Prozess seinen Anfang, dann verwandelt sich das Geschwür in eine gewöhnliche Inflammatio regenerativa suppurativa und durchläuft das Stadium incarnationis, der Granulation. Die Zerstörung der Gebilde kann aber noch in eine andere Form übergehen. Die Richtung zur Zersetzung beschränkt sich immer mehr auf das in den Capillargefässen stockende oder nach und nach wieder in Bewegung gerathende Blut; dasselbe verliert endlich ganz die Neigung zur Bildung im Bereiche dieses lokalen Zustandes, das örtlich zerfallende Blut erscheint als Absonderung und das ganze Geschwür wird in ein Secretionsorgan umgewandelt.

§. 103.

Der Vorgang dabei ist folgender: Es gerinnt aus der Plasmaflüssigkeit, welche sich aus dem in Rückbildung begriffenen Gefässnetze ergiesst, eine zellige Membran, in der sich bald ein reiches, maschenartig geschlungenes und stark in der Fläche gedehntes neues Gefässnetz entwickelt. In diesem neuen Netze geht das Blut eine örtliche Abson-

---

*) Das Mikroskop zeigt hier zerfallene, wenige Eiterkörperchen.

derungsmetamorphose ein, ebenso, wie in einem normalen Secretionsorgane; in anderen absondernden Organen scheint dabei immer eine Veränderung des Produktes Statt zu finden, während im neuen secernirenden Gewebe eine ganz neue Produktion, entweder eine eistoffig salzige eiterartige, oder eine saure Flüssigkeit, erscheint. Namentlich stellen sich solche Absonderungsgeschwüre in Rapport mit der Blutmetamorphose in den Nieren, die Urinsecretion wird jedesmal geringer und es deutet dieser Zustand an, dass die verbrauchte Thiersubstanz, das in dem Lebenschemismus Zersetzte, hier einen neuen Ort der Ausscheidung gefunden hat. Höchst bemerkenswerth ist hier ein pathologischer Fall, wo ein grosses Beingeschwür bei einem alten Manne wirklich Harnsäure absonderte und die Nierenthätigkeit immer geringer wurde.

§. 104.

Geschwüre, welche als Secretionsorgane umgewandelt, zeitlebens in Funktion bleiben, z. B. Fontanellen, nehmen auch allmälig die Zellenstruktur des Absonderungsorgans an. Unter der serösen Membran erweitert sich das Zellgewebe und zeigt an den Zellenwänden ein Gespinnst von Gefässchen, es münden sogar die Zellen in kleine Abführungskanäle, in die sich die seröse Membran wahrscheinlich einschlägt. Der Boden einer alten Fontanelle zeigte mir ganz deutliche Poren. Hier hat sich der pathologische Prozess ganz zu einem physiologischen umgeändert und man ist gezwungen, den neuen Zustand relativ normal zu nennen.

Alle diese ulcerativen Zustände verlangen aber immer eine örtliche Reizung, welche den Bildungsakt zurück-

drängt. Im Fonticulus geschieht diese durch fremde, reizende Körper, in exulcerirenden Flächen durch die Absonderung selbst, welche zersetzend auf das Gewebe wirkt und wodurch desshalb jene Flächen sich leicht vergrössern. Erhebt sich die Energie des Gesammtorganismus gegen den neuen Zustand, oder finden Vitalitätsumstimmungen Statt, dann macht sich auch das Bildungsleben in dem Geschwüre geltend und indem sich dieses in eine gutartige Eiterung verwandelt, heilt es auf dem Wege der Regeneration.

Die nähere Würdigung der Geschwüre als einfache und dyskrasische gehört der Medizin an und darf uns hier nicht länger aufhalten.

### c) Gangraena.

### §. 105.

Der höchste Grad der Entzündung, die vollkommene Stasis, veranlasst durch äussere Verletzung oder innere Schwäche organischen Lebens, führt im Brande zum örtlichen Tode. Die Physiologie hat hier ihr Objekt, das leibliche Leben, verloren; die Elementarformen sind verändert, Muskelfasern verlieren ihre Querstreifen, Capillarhäute werden zuletzt zersetzt. — Immer entdeckt man aber Krystallisationen und unregelmässige Körper von 0,010—16''' Grösse. Die sogenannte Demarkationslinie bezeichnet immer die entzündliche Stasis, welche entweder ebenfalls zum Tode des Gewebes führt, oder auch gegen das Todte sich abzugrenzen sucht, indem hier eine Eiterung entsteht. Im Hospitalbrande geht die Entzündung in Exulceration über und diese zersetzt das Gewebe in eine grauweisse, todte Masse.

§. 106.

Ich beschliesse hiermit die Darstellung der Entzündung und ihrer Ausgänge, in sofern dieselben physiologisches Interesse darbieten konnten. Der Leser möge die Grundphaenomene in der Entzündung prüfen und anerkennen; — er wird mich jetzt besser verstehen können, wenn ich den im §. 23 ausgesprochenen Satz und die davon gemachte Anwendung nochmals in das Gedächtniss zurückrufe.

Am nächsten lag unserer Darstellung die Entzündung als Mittel und vorbereitender Akt der Regeneration; welche uns im II. Abschnitte dieser Schrift ganz allein beschäftigen wird. Desshalb verweilte ich bei dieser reinen, regenerativen Entzündung ausführlicher und dieserhalb durfte ich mich bei den pathologischen Abnormitäten auch nur allgemein andeutend verhalten. Exsudation und Suppuration sind die wichtigen Akte, durch welche das Leben die Restitution verlorener oder getrennter Theile möglich macht und wir werden im folgenden Abschnitte sehen, wie die verschiedenen Gewebe wiederhergestellt und wie die formelle und funktionelle Erneuerung der Gewebe durch zahlreiche Experimente bewiesen ist.

Die Wichtigkeit des Capillargefässlebens und sein Verhalten im Prozesse der Regeneration brauche ich bei der ferneren Darstellung nicht von Neuem anzugeben, da die in den §§. 18, 19 und 30 u. s. w. aufgestellten Sätze darüber das mögliche Licht verbreiten.

---

# Zweiter Abschnitt.

## *Die Regeneration.*

### §. 107.

Um die Möglichkeit und die Akte einer Regeneration der verschiedenen, organischen Gewebe nachzuweisen, haben viele Naturforscher Untersuchungen angestellt, die, theils pro, theils contra, zu bestimmteren oder vageren Resultaten geführt haben. Während wir über die Regeneration der Knochensubstanz eine ausserordentlich zahlreiche Beobachtungsliteratur haben, zumal die Chirurgie hier mehr als in andern und feineren Lebensorganen, interessante Nachweisungen und Thatsachen zu liefern vermochte und die Heilung gebrochener und nekrotischer Knochen sich direkt auf die physiologische Voraussetzung der Regeneration verliess, — finden wir eine weit schwankendere Ansicht in der Beurtheilung regenerativer Zustände anderer Gewebe, deren somatisches Verhalten und deren Lebensäusserungen einer minutiösen Beobachtung Schwierigkeiten entgegensetzten.

Es würde mich zu einem weitschichtigen, compendiösen Werke führen, wenn ich alle gemachten Experimente als historische Daten hier anzeigen und beleuchten wollte.

Die Vivisektionen und ärztlichen Beobachtungen aller Zeiten haben immer ihr Förderndes, sobald man sie als Fakta an sich betrachtet, aber die physiologischen Erklärungen derselben sind aus jener Zeit, wo der Begriff des Lebens noch nicht in der Physiologie aufgegangen war, höchst unvollkommen und gewähren wegen ihrer Einseitigkeiten keinen für die Gegenwart brauchbaren Stützpunkt.

Anders verhält es sich mit den neueren Untersuchungen. Sie wurden im Sinne eines allgemeineren, wissenschaftlichen Bewusstseins unternommen und erhoben sich immer mehr aus der reinen empirischen Thatsache zu bestimmter geistiger Anschauung, da auf alle eingeworfenen Fragen eine neuere Biologie treffend zu antworten verstand.

§. 108.

Gelegenheit und besonderes Interesse gaben mir Veranlassung, die vielen Experimente der Vorgänger und Zeitgenossen zu wiederholen, das Resultat physiologisch und sinnlich zu prüfen und dabei auf feste Ansichten zu gelangen, über die bei mir kein Zweifel mehr waltet. Experimente und Resultate gebe ich hier in einfacher Darstellung wieder und ich bitte den sachkundigen Leser, einige Aufmerksamkeit auf diejenigen Resultate zu wenden, welche vielleicht das Interesse der Neuheit haben könnten. Meine Untersuchungen werde ich in folgender Ordnung mittheilen. A. Versuche über die Regeneration der Nerven. B. Versuche über die Regeneration der Knochen, Knorpel und fibrösen Gewebe. C. Versuche über die Regeneration der Muskeln;

und D. Einige Untersuchungen an sogenannten nicht regenerabeln Geweben.

### A. *Versuche über die Regeneration der Nerven.*

§. 109.

Ueberblicken wir die mannichfaltigen Versuche über Nervenreproduktion von der frühesten Zeit bis auf den heutigen Tag, und stellen wir die reinen Thatsachen aller dieser Beobachtungen zusammen, dann bleibt uns kaum ein Zweifel über die wirkliche Wiederherstellung und Neubildung getrennter Nervensubstanz, welche anatomisch und physiologisch dargestellt werden kann. Obgleich die Versuche und Resultate von *Fontana* *), *Cruikshank* **), *Haigthon* ***), *Swan* ****), *Michaelis* †), *Descot* ††), *Prevost* †††),

---

*) *Traité sur le venin de la vipère.*

**) *Philos. Transact. for the Year* 1797. (*Reil's* Archiv Bd. III.)

***) *Philos. Transact.* 1795. *P. I.* (*Reil's* Archiv Bd. II.)

****) *A dissertation on the treatment of morbid local affections of nerves, to which the Facksonion prize was adjudget by the royal College of Surgeons.* 1820. — Ferner: *Observations on some points relating to the anatomy* etc. London. 1822.

†) Ueber die Regeneration der Nerven (Brief an *Camper*). Cassel 1785.

††) *Dissertations sur les affections des nerfs.* Paris. 1825.

†††) *Mémoires de la société de physique* etc. Génève. 1826. Ferner: *Froriep's* Notizen 1827. Mai. B. XVII. p. 360.

*Müller* *), *Tiedemann*, *Schwann* und *Steinrück* **) nicht immer von Andern anerkannt wurden und namentlich mit *Arnemann's* ***), *Breschet's* ****), *Delpech's* Ansichten im Widerspruche standen, so war doch jeder Einwurf nicht eindringend genug, um die Gewissheit, welche in der Lehre von der Nervenregeneration sich befestigte, wankend zu machen.

§. 110.

Es soll im Folgenden im Allgemeinen meine Absicht sein, jene Gewissheit durch neue Wiederholungen im Resultate des Versuches zu bestätigen, dann aber in's Besondere durch Beobachtungen darzuthun, dass die Regeneration der Nervensubstanz nicht nur eine vielfältige Prüfung bestehen könne, sondern dass auch unsere Erkenntniss vom Leben der Nerven höchst merkwürdige, pathologische Erscheinungen im Regenerationsprozesse richtig zu würdigen weiss.

§. 111.

Ich habe theils nach den Methoden der Vorgänger zahlreiche Nervenregenerationen eingeleitet, um mich selbst von ihren Resultaten zu überzeugen, theils aber jene älteren Versuche von verschiedenen Seiten aus begonnen und geprüft, um durch Beseitigung mancher, den ältern

---

*) Handbuch der Physiologie von *J. Müller*.

**) *De nervorum regeneratione comment. physiolog.* 1838. (Auch *Froriep's* Notizen, Bd. 8. 293.)

***) Versuche über Regeneration an lebenden Thieren. Göttingen, 1787.

****) *Dictionnaire de médicine.*

Experimenten zu machenden Vorwürfe, selbstständige Thatsachen zu gewinnen. Es sei mir erlaubt, die Interesse gewährenden Versuche, wie ich sie an kaltblütigen Thieren begonnen und an Säugethieren fortgesetzt habe, in folgenden Zeilen mitzutheilen und daran die Beobachtung und Erklärung von Zuständen zu knüpfen, welche mir, wie ich glaube, ein neues Licht zum Verständniss der Lebensaktionen in regenerirten Nerven gewähren dürften.

§. 112.

Es handelte sich bei allen diesen Versuchen um zwei Fragen: 1) ist die regenerirte Substanz wirklich Nervenmasse? und 2) findet in dieser neuen Bildung wirkliche spezifische Lebensaktion Statt? — Die erstere Frage sollte anatomisch durch den Beweis vom Vorhandensein ununterbrochener Primitivfasern bejahend abgefertigt werden, während eine Wiederherstellung der Bewegung und Empfindung die physiologische Bejahung der zweiten Hauptfrage wurde. — Ich glaubte indessen, dass eine Bildung zur Primitivfaser nur dann möglich sei, wenn zuvor der Durchgangspunkt des Nervenbläschen vorhanden gewesen wäre, weil ja die Faser nur aus einer Metamorphose der sogenannten Nervenkügelchen oder Bläschen hervorgehen kann, wie es im embryonalischen Zustande der Nervenbläschenreihen deutlich angezeigt wird. Diese Ansicht erweckte die Muthmassung, dass auch in der Regeneration eine Masse reproduzirt werden könne, welche ohne Faserung zu verrathen, dennoch als wirkliche Nervenmasse angesehen werden müsse und die ihrem Entwicklungsgrade gemäss auch erfühle und reagire. Beiläufig

muss ich noch bemerken, dass ich alle mikroskopischen Gegenstände in den folgenden histologischen Untersuchungen während der Beobachtung nnd nach derselben zur zeitweisen Aufbewahrung, in eine Auflösung von 1 Theil Chromsäure und 17 — 20 Theilen Wasser legte, das beste Mittel, zarte Gewebe zu erhärten und zu conserviren, ohne äussere Form und innere Struktur im Mindesten zu beeinträchtigen.

## §. 113.

Die einfachsten Versuche, welche mir die Regeneration der Nervensubstanz bestätigen sollten, unternahm ich im Sommer 1839 an mehren Fröschen. Um die einzelnen Vorgänge in den Versuchen besser übersehen und unterscheiden zu können, sei es mir gestattet, die Versuche hier besonders zu klassifiziren und zwar in derselben chronologischen Ordnung folgen zu lassen, wie sie unternommen wurden.

Erster Versuch. Vier Fröschen wurden zu gleicher Stunde die Nervi ischiadici beider Schenkel, möglichst in der Mitte des Laufes, durchschnitten. Die hinteren Extremitäten unterhalb der Verwundung schleppten sogleich nach, die Verwundung der Füsse durch eine Nadel verursachte den Thieren keinen Schmerz. Die Frösche schoben sich mit den Vorderbeinen weiter, bewegten sich aber nur wenig. Der Nerv vom Frosche Nr. 1 wurde nach vier Wochen blossgelegt; das Thier hatte kurz vorher schon willkürliche Sprungversuche mit den Hinterbeinen gemacht. In der Ausdehnung von $1\frac{1}{2}$ Linien sah man die Schnittstelle des Nerven durch eine

Anschwellung markirt, welche beide Enden umfasste. Das obere Ende, d. h. das an der Centralseite gelegene, war stärker angeschwollen. — Da ich diese Masse genauer untersuchen wollte und den Frosch für diesen Versuch opfern musste, so legte ich den Ischiadicus in seiner ganzen Strecke bloss und gewahrte, dass der Schnitt ungefähr 4 Linien über der Bifurkation des Nerven geschehen, also eine Unterbrechung aller davon abhängigen Peripheriegebilde vom Nervencentro veranlasst worden war. Deutlich sichtbare Blutgefässe auf dem unverletzten Theile des Neurilems zeigten eine starke Entwicklung; dagegen erschien die auf dem Wege zur Regeneration befindliche Masse als eine lockere, geronnenem Plasma (Faserstoff) ähnliche, Substanz. Nach Auseinanderzerrung der Primitivfasern am obern Ende, suchte ich, bei ungefähr 250maliger Vergrösserung im Durchmesser, die Fasern bis über die Grenze der Verwundung zu verfolgen. Keine Faser reichte bis über die Schnittlinie hinaus, sondern jede zeigte an ihrem Ende eine gelatinöse Verdickung, an welche sich eine homogene Punktsubstanz anschloss. Die Faserenden des untern Stücks zeigten diese kolbenartige Verdickung nicht. Der Nerv des andern Schenkels bot keine Verschiedenheiten dar. — Da hier noch keine isolirte Primitivfaserleitung restituirt war, dennoch aber das Thier Sprungbewegungen gemacht hatte, so musste bei gänzlicher Lähmung der aus dem Ischiadicus entstehenden Aeste, eine Muskelaktion durch die in den Semitendinosus und Semimembranosus sich einsenkenden Fäden des Obturatorius und die Aeste des Cruralis bewerkstelligt sein.

§. 114.

Nach 7 Wochen wurde der Frosch Nr. 2 vorgenommen. Er bewegte sich ohne Hindernisse, doch vermochte er nach eben vollbrachtem Sprunge das Gleichgewicht nicht zu halten und er nahm zuvor eine Stellung an, als suche er einen Anlauf. — Der Nerv wurde blossgelegt, die Wunde zeigte eine doppelkegelförmige Anschwellung, die in der Mitte dünner, an beiden Seiten dicker erschien und sich mit der breiten Basis an das zusammengezogene Neurilem legte. Diese Anschwellung betrug etwas über eine Linie. Wenn der Nerv oberhalb derselben gereizt wurde, dann entstand keine Muskelzuckung, wohl aber, wenn eine feine Nadel an derselben Stelle eingestossen wurde. Reizung unterhalb der Narbe verhielt sich ebenso und es entstand auch Zuckung namentlich in den Gastrocnemiis, wenn die Nadel mitten in die Narbe gebracht wurde. Um die Narbe zu untersuchen, wurde sie der Länge nach, von den Fasern des oberen Endes beginnend, voneinandergezerrt. Das frühere Durchstechen der Nadel hatte indessen das Objekt undeutlich gemacht und ich legte die Narbe des andern Ischiadicus bloss. Diese war weniger doppelkegelförmig, aber trüber, als die Farbe des Nerven*). Eine zweckmässige Vergrösserung derselben bei sorgsamer Trennung des Longitudinalzusammenhanges verrieth deutlich, dass die neue Masse aus äusserst zarten Körperchen, wirklichen Nervenbläschen bestand, wie man

*) Die Abbildung dieses Zustandes befindet sich im Besitze der Leopold. Akademie.

sie in der Substantia cinerea sieht. In der Mitte hatten sich kleine Kanäle gebildet, welche von einem Stumpfe in den andern übergingen und lebhaft an das embryonische Entstehen der Nerven erinnerten. Als diese, in ihrem Zusammenhange unverletzt erhaltenen Rinnen mit härterer Punktmasse umgeben, gereizt wurden, entstand ein leichtes Zittern in den vorher frei präparirten Muskeln der Wade und am Flexor pedis. Ich halte diese Kanälchen für die genetischen Momente fortgerückter Bildung zur Faser und in der Narbe des andern Schenkelnervens scheint bereits in der Mitte eine solche wirkliche Faserung Statt gefunden zu haben, welche bei dem Stich der Nadel isolirte Strömung centrifugaler Art leitete.

## §. 115.

Der Frosch Nr. 3 wurde nach 13 Wochen untersucht. Auf beiden Schnittstellen sah man einen transparenten Ring, welcher äusserlich die Regeneration darstellte. Die Nervenscheide konnte man nicht deutlich auffinden, aber zu meiner grössten Ueberraschung erblickte ich bei 200maliger Linearvergrösserung eine vollkommene Faserbildung, welche beide Stümpfe vereinigte und keine Grenze mehr zwischen alter und neuer Faser erkennen liess. Die Primitivfasern waren vollkommen gebildet, zeigten im inneren Cylinder Bläschenmark und lagen sanft gewellt nebeneinander, in der Mitte beinahe spiralig gebogen*). Wenn der Nerv weit über der Narbe vor deren Zerlegung gereizt wurde, so entstanden ebenso gut Zuckungen, als wenn

*) Die Abbildung derselben besitzt die Leopold. Akademie.

die Reizung auf der Schnittstelle oder darunter Statt hatte. Jetzt nahm ich auch den Frosch Nr. 4, welcher sich wie ein jeder gesunder Frosch bewegte, und fand hier eine ganz genaue Wiederholung der Regeneration, nur zeigte die Narbe einer Seite am obern Ende einen Wulst, der sich als Zellgewebe darstellte und von dem stark zurückgezogenen Neurilem herzurühren schien.

## §. 116.

Zweiter Versuch. Es war mir jetzt interessant zu erfahren, ob die Innervationsströmung einen dynamisch-organischen Einfluss und eine die Neubildung fördernde Vermittlung abgäbe. Ich konnte aber keine genügende Methode erfinden, um die Innervationseinwirkung der Fasern am obern Nervenstumpfe zu beschränken. Was ich in dieser Absicht unternahm, ist Folgendes: Einem Frosche wurde der Ischiadicus über der Verästlung durchschnitten; das untere Ende trug ich noch bis zu einer Strecke von 5 Linien ab, um es von jedem Einflusse der Innervationsausströmung des oberen Stumpfes zu entfernen, und legte es ohne weitere Zerrung in seine Lage zurück. Nach 6 Wochen waren die Bewegungen des Thieres sehr unvollkommen, nach 10 Wochen legte ich, weil das Thier gewöhnlich still blieb, den Nerven frei. Der untere Stumpf zeigte hervorgetretenes Mark und ein missfarbiges Aussehen, dagegen war am oberen Stumpfe eine kolbenartige Anschwellung, in welcher sich feine Kanälchen ungeregelt und kommunizirend fortgebildet hatten. Das obere Ende war länger gewachsen, der Zwischenraum zwischen beiden Stümpfen betrug nur 3 Linien. — Sollte vielleicht die

Innervation des oberen Stumpfes dynamisch auf die Fasern des unteren Stumpfes einwirken, zwischen den einzelnen Fasern einen polaren Anziehungsakt hervorrufen und auf diese Weise das unerklärliche Zusammenfinden der einzelnen Cylinder vermitteln? So viel ist wahrscheinlich, dass die eigentliche Fortbildung der Fasern in dem Mark- und Plasmaexsudat der Wunde eigentlich und vielleicht vorzugsweise vom oberen Stumpfe ausgeht, denn hier erkennt man im Zeitraume von 2 Monaten die Rinnenformation am Deutlichsten. — Um die Innervation bei einem anderen Versuche zu schwächen, betupfte ich das obere Nervenende gleich nach dem Schnitte, so wie später zu 10 verschiedenen Malen (im Durchschnitt jede Woche) nach schonender Bewerkstelligung eines Zugangs mit Morphium aceticum. Nach 3½ Monaten war keine Regeneration zu Stande gekommen. Was dabei die örtliche, öftere Verletzung verursacht haben mag, kann ich nicht unterscheiden. — Rückwirkung der Narcotisation auf entferntere Organe konnte nicht bemerkt werden.

## §. 117.

Bestimmtere Resultate gewährte mir das Experimentiren an Säugethieren, namentlich jungen Katzen. — Die Durchschneidungen des Nervus vagus in der Weise, dass binnen 6 Wochen bis 4 Monaten die eine und die andere Seite getrennt wird, wie *Haigthon* (a. a. O.) zuerst versuchte und wie auch *Prevost* mit grösserer Kühnheit an Katzen vollbrachte, unternahm ich ebenfalls an denselben Thieren. Meine Absicht war dabei weniger die, zu erfahren, ob eine wirkliche anatomische und funktionelle

Wiederherstellung solcher lebenswichtiger Nerven Statt habe, als vielmehr die Prüfung, ob, wie die eben genannten Beobachter ganz verschweigen, auch die volle centripetale Innervationsströmung wieder einträte. — Der nicht erfolgte Tod des Thieres nach Durchschneidung beider Nervi vagi in der Zwischenzeit von 6—8 Wochen (?) beweiset, auch ohne Autopsie der regenerirten Stelle, die vollständige Restitution des Nerven, aber wir hatten keine Kunde erhalten, ob die Thiere später durch diesen Nerven empfanden. Man hatte sogar den Satz festzustellen gesucht, dass regenerirte Nervenstämme nur die Fähigkeit, Eindrücke auf die Muskeln fortzupflanzen, besässen, aber für Leitung von der Peripherie zum Gehirn unfähig würden. Man besass dafür nur den negativen Beweis, weil die Experimentatoren die Gegenbeweisführung unterlassen hatten. Ueberhaupt waren die Resultate über Wiederherstellung der Empfindung sehr spärlich und schwankend und ausser dem Beispiele von *Gruithuysen's* Erfahrung *) an seinem eigenen Nervus dorsalis radialis pollicis, ausser *Arnemann's* **) Mittheilung von Empfindung durch einen regenerirten Hautnerven neben der Vena cephalica eines Hundes, finden wir in neuerer Zeit, so weit mir der Gang dieser Untersuchung zugänglich wurde, keine bestimmtere Angaben. Was mir in dieser Hinsicht zu erfahren vergönnt wurde, erlaube ich mir in der begonnenen Aufzählung einiger meiner Versuche mitzutheilen.

---

*) Beiträge zur Physiognosie und Eautognosie.
**) a. a. O. B. I. Seite 60.

## §. 118.

Dritter Versuch. Einer jungen, 4 Wochen alten Katze zerschnitt ich den Vagus der linken Seite, auf dem Longus colli, und ich sah zuverlässig, dass der Schnitt zwischen dem Pharyngeus- und oberen Laryngeus-Aste geführt war, indem ich eine hinreichende Hautwunde gemacht und auf die Strecke eines Zolles den Nerven und die Gefässe sichtbar gemacht hatte. Das Thier lebte ohne besondere Störung. — Da *Haigthon**) angiebt, dass er nach 6 Wochen den Vagus der andern Seite durchschnitten und der Hund, woran er experimentirte, trotz 6monatlicher Krankheit am Leben geblieben sei, so nahm ich ebenfalls in dem angegebenen Zeitraume die zweite Durchschneidung vor. Die Katze starb aber unter den gewöhnlichen Zufällen binnen 24 Stunden. Mehre andere Versuche dieser Art gaben mir den Beweis, dass an eine völlige Regeneration des Vagus unter 16 Wochen nicht zu denken sei und alle früher unternommenen zweiten Durchschneidungen tödteten das Thier binnen 24 bis 30 Stunden. Als ich die junge Katze, welche innerhalb 6 Wochen die Durchschneidung beider Vagi erlitten hatte, mikroskopisch untersuchte, konnte man keine Spur von neuer Faserung erkennen und nur eine Bläschen enthaltende Anschwellung bot sich dar. Dagegen nahm ich die Operation abermals bei einer jungen Katze an derselben Stelle vor und schnitt ein 4 Linien langes Stück aus dem Nerven fort. Nach 4 Monaten wurde der rechte Vagus durchschnitten und das

*) a. a. O. und *Reils* Archiv 2. 80.

Thier lebte ohne Beschwerden. Es verstrichen abermals vier Monate, als die Narbe des linken Vagus blossgelegt wurde. Ich fand eine sehr geringe Anschwellung, abermals doppelkegelförmig und in der dünneren Parthie schien der Nerv fester und härter zu sein. Sobald ich den Nerv unterhalb der Regeneration mit einer Nadel reizte, zuckte das Thier heftig mit dem Kopfe und sperrte das Maul weit auf; ein Zeichen, dass es Schmerz empfand; gleichzeitig bekam es auch Schluchzen und Erbrechen und es blieben diese Zufälle des Schmerzes und der centrifugalen Fortleitung dieselben, wenn der Nerv oberhalb und unterhalb der Anschwellung gezerrt wurde. Reiz der Narbenmitte brachte aber geringere Symptome hervor. Nach diesen Experimenten, welche mir deutlich bewiesen, dass der regenerirte Nerv auch auf das Gehirn zuleite, zerschnitt ich zwei Linien unterhalb der ersten Trennung den Nerven von Neuem und im Augenblicke des Schnittes öffnete das Thier das Maul und zuckte mit allen vier Beinen. — Die Katze lebte noch drei Wochen und sie würde gewiss noch länger am Leben geblieben sein, wenn ich ihr hätte Nahrung beibringen können.

§. 119.

Alsbald schritt ich zur Untersuchung der beiden Regenerationsstellen. Die letzte Trennung zeigte eine Gerinnung von Bildungsflüssigkeit ohne bestimmte innere Gestaltung von Rinnen, wie ich sie wohl bei Fröschen sah. Die darüber liegende Narbe indessen gab ein treues Bild wahrhaft vollendeter Faserbildung. Wäre nicht die Anschwellung gewesen, auf welcher das Neurilem weniger glänzend

und gestreift erschien, man hätte an der Faserung der inneren Struktur keine frühere Unterbrechung erkannt. Ich begann die Verfolgung der Primitivfasern vom Ursprunge des Pharyngeus an und trennte vorsichtig die Bündel und Fasern auf einer schwarzen Tafel. Alle Primitivfasern gingen wie im normalen Zustande durch das neue Zwischenstück in den unteren Nerventheil über und selbst mehre Fasern, welche ich in der Narbe sonderte, sah ich ohne Abnormität in den Laryngeus superior übertreten. — Die Narbe am rechten Vagus zeigte namentlich im Innern deutliche Fasern, während mehr an der Oberfläche eine körnige, mit einigen Bläschen untermischte Masse lag. Ueberall lagen aber die Fasern in der Narbe fester aneinander und es schienen ihre Cylinder kein deutliches Mark zu enthalten.

§. 120.

Bei andern Versuchen bediente ich mich auch wohl chemischer Mittel, um die Nervensubstanz als solche zu prüfen, aber ich habe mich immer überzeugen müssen, dass nur die einfache anatomische Beobachtung bei genügender Vergrösserung im Stande ist, sicheren Aufschluss zu gewähren. Indessen darf man nicht glauben, dass nur die Faser allein Beweis für Regeneration wirklicher Nervensubstanz sei, es geht der Faser immer eine Punkt- und Bläschenmasse vorauf, welche nicht minder als Nervensubstanz anzuerkennen ist. Gewöhnlich nannten die Beobachter diese nicht genau untersuchte Substanz „compakten Zellstoff.“ — Auch die Anwendung der Salzsäure, welche *Mayer*, *Reil* und *Tiedemann* zur Prü-

fung der Substanz benutzten, ist nicht sicher. Concentrirte Säuren sollen die Nervensubstanz nicht auflösen und ich habe dieses immer bestätigt gefunden, wenn ich an einem Kadaver den Versuch machte. Andere Erfahrungen bot aber diese Probe an Nerven, welche regenerirt waren und wo ich mehre Male sah, dass eine mikroskopisch dargestellte Primitivfaserung gänzlich aufgelöst wurde. Namentlich scheint dieses in der besonderen Beschaffenheit des thierischen Zustandes zu liegen und ich glaube aus den Versuchen für wahrscheinlich halten zu dürfen, dass ein längerer Zustand von Angst und Schmerz auf die chemische Zerstörbarkeit nervöser Substanz Einfluss übe.

## §. 121.

Man hat früher Versuche gemacht, zu erfahren, ob motorische Fasern mit sensibeln verwachsen könnten und ich erinnere nur an *Schwann's* von *J. Müller* mitgetheiltes Experiment. — Ich halte jenen Versuch für durchaus unphysiologisch, da ich durch Reizung hinterer Rückenmarkswurzeln niemals eine motorische Aktion erwarten darf. Wie aber auch ganz ohne Einfluss des Gehirns, allein durch die Bläschensubstanz des Rückenmarkes Erfühlung und Bewegung bedingt werden können, davon möge folgende Thatsache zeugen.

## §. 122.

Dritter Versuch. Einer jungen Katze zerschnitt ich das Rückenmark innerhalb des letzten Brust- und ersten Lendenwirbels. Das Thier verlor natürlich jede

Willkür und Empfindung in den hinteren Extremitäten. Als ich dasselbe zur ferneren Beobachtung forttragen wollte, stiess ich unvorsichtiger Weise mit einer feinen Messerspitze in die Lende des linken Hinterbeins ungefähr 4 Linien tief und in demselben Augenblicke zuckten beide hinteren Extremitäten so stark, als sei die Integrität des Rückenmarks gar nicht aufgehoben. — Ich wurde dadurch der Meinung, dass meine Durchschneidung nur unvollkommen geschehen sei, zumal diese Zuckungen sich mehre Male auf Einstiche an Ferse und Lende wiederholten. Das Thier lernte nach 10 Wochen wieder etwas mit Absicht die hinteren Extremitäten bewegen und kratzte damit auf dem Tische, um Gehbewegungen zu machen. — Unerwartet fand ich nach 11 Wochen das sehr abgemagerte Thier todt. — Die Obduction überzeugte mich, dass der vollführte Schnitt das Rückenmark vollkommen getrennt hatte und es blieb mir zur Erklärung des Zuckens auf Reize unmittelbar nach der Operation folgende Ansicht: Da nämlich bewiesen ist, dass allenthalben, wo Nervenbläschen sich vorfinden, die isolirten centripetalen und centrifugalen Innervationsströmungen vertheilt und zum Ueberspringen von einer Faser auf die andere geführt werden (worin die Ganglien-, Spinal- und Cerebralbläschen ja ihre eigentliche physiologische Bedeutung haben), so geschieht es auch, dass der Reiz, den ich im oben beschriebenen Versuche auf Empfindungsnerven applizirte, welche nicht mehr mit dem Centro in Continuität stehen, freilich eine dem Sensorium unbewusste, centripetale Stimmung gegen das Rückenmark erregte, hier in der (ihre eigene Innervations-

spannung habenden) Bläschenmasse auf auslaufende Fasern übertragen wurde und eine bewusstlose Reaktion verursachte. Es unterscheidet sich dieser Akt im Wesentlichen durch nichts von einer Erfühlung und Reaktion im Gangliennerven. — —

§. 123.

Interessantes zeigte sich aber auch an der Schnittstelle selbst. Die beiden Wundränder waren mit einander durch eine eistoffige Masse verklebt, in welcher man deutliche Anhäufungen von Bläschen und zwar von auffallender Grösse erkannte. — An dem vordern Strange fand eine nicht zu sondernde Faserung Statt, vielleicht Rudimente neuer Continuität centrifugaler Fasern, womit die Bewegungen der hinteren Extremitäten (nach 10 Wochen) korrespondirten und wahrscheinlich möglich gemacht wurden. — Die Empfindung in den Hinterbeinen war wegen unvollkommener Regeneration und bei dem Phaenomen der Innervationsreflexe nicht bestimmt als bewusste oder bewusstlose (Erfühlung) zu ermitteln *).

§. 124.

Das Resultat war indessen so anregend, dass ich schon am nächsten Tage einem Hunde von 8 Wochen an

*) Ich komme nach anderen Versuchen immer mehr zu der Ansicht, dass die empfindenden und reagirenden Fasern nicht in vordere und hintere Stränge getrennt sind, sondern sowohl vorn als hinten neben einander liegen, doch so, dass die reagirenden Fasern sich nach vorn, die sensibeln nach hinten schlagen, um das Rückenmark zu verlassen. An einem anderen Orte einmal mehr darüber.

derselben Stelle das Rückenmark durchschnitt, nachdem der Wirbel mit Trepan, Säge und Meissel behutsam geöffnet war. Es zeigten sich dieselben Reflexbewegungen und das Thier vermochte nach einem Vierteljahre schleppend sich fortzubewegen. Auf Einstiche in die Hinterfüsse zuckte es auch mit dem Kopfe und leckte später die Hinterpfoten. — Nachdem 14 Wochen nach der Operation verflossen waren, wurde der Hund getödtet. Die Schnittstelle zeigte ganz deutlich Faserübergänge und stark entwickelte Bläschen, welche einen starken Wulst, wie ein Ganglion bildeten und die bei ihrer Eigenschaft, Reflexströmungen zu vermitteln, gewiss auch Ursache der weniger vom Willen abhängigen Gehbewegungen waren, indem sie die Energie der isolirten Strömung dämpften. Es ist mir aufgefallen, dass frühere Experimentatoren gar nichts von regenerirten Bläschen sagen und vielleicht ganz diesen Prototyp aller Nervensubstanz, der ganz deutlich erkennbar ist, übersehen und als nicht nervöse Masse betrachtet haben. — Die genaue Abbildung dieser Regeneration, so wie des im folgenden Paragraphen beschriebenen Falles, befindet sich im Besitze der Leopoldin. Akademie, der ich mehre dieser Experimente früher mitzutheilen die Ehre hatte.

## §. 125.

Die merkwürdigste Bläschenbildung an einem Nerven, wo sie als Regenerationsprodukt in wirklicher Form eines abnormen Ganglion auftrat, erfolgte in folgendem Versuche.

Vierter Versuch. An einer jungen Katze wurde

der rechte Nervus ischiadicus so hoch als thunlich zwischen Trochanter und Sitzbein zugänglich gemacht und hier einfach durchschnitten. Das Thier blieb, obgleich die Operation am 18. November 1840 gemacht war, doch noch am 16. Januar 1841 ohne willkürliche Bewegung; es schleppte das rechte Bein nach, wenn es aber ruhig lag, bemerkte ich mehre Male, dass das sonst gelähmte Bein zuckte. — Ich reizte den Fuss, und die Muskelparthieen, die aus dem Ischiadicus und dessen beiden Hauptästen Fasern erhalten, mit einer Nadel und jedesmal erfolgte eine gelinde Zuckung. Heftige Reizung, wie ein Stich von 6 Linien Tiefe schien dem Thiere Schmerz zu erregen, doch hing sehr viel von dem Orte der Zerrung ab. Alle Stiche an dem Fussrücken und der äusseren Seite des Unterbeines erregten nur sehr geringe Reaktionen, während die Reize in der Fusssohle und der inneren, hinteren Beinseite ein starkes Zucken des ganzen Beines verursachten. Dieses Phänomen war so eigenthümlicher Art, dass ich schliessen musste, die Wundstelle des Ischiadicus dämpfe die Innervationsströmungen und wirke reflektirend. Der Schmerz von tieferen Einstichen konnte auch von den Zweigen des Cruralnerven abhängig sein. Um zu erfahren, ob wirklich eine Leitung in den Fasern des Ischiadicus gedämpft werde, da in diesem Falle die Regeneration des Nerven bis zur Fasercontinuität fortgeschritten, aber noch ein anderer Moment für die Leitung hindernd sein musste, so entschloss ich mich, als im Zustande des Thieres am 20. März nichts verändert war, den Nerven vom centralen Theile aus zu prüfen. Es wurde zu diesem Zwecke in

Gegenwart des assistirenden Herrn Doctor *Behrens* die Stelle geöffnet, wo wir zu den Wurzeln der letzten Lendenwirbel gelangen konnten. Es wurde uns möglich, den vierten und fünften Lendennerven frei zu legen; die Kreuznerven konnte ich nicht erreichen, ohne das Thier zu sehr zu erschöpfen. Wenn der vierte oder fünfte Lendenwirbelnerv gezerrt wurde, fühlte ich ein Zittern in dem mit der Hand umfassten Beine, aber zu einer Zuckung kam es nicht, obgleich das Thier Schmerz äusserte. Die hinteren Wurzeln beider Nerven wurden jetzt durchschnitten und dennoch zuckte das Bein, sobald eine Nadel in die Fusssohle gestochen wurde. Jetzt wurden die Lendennerven ganz durchschnitten, wobei eine Zuckung des Beines entstand, die sich nochmals wiederholte, als die Fusssohle gereizt wurde. Da das Thier sehr gequält war, so wurde es jetzt durch ein rasches Verfahren getödtet. Die eben mitgetheilten Erscheinungen zwangen uns alsbald die Obduktion des Ischiadicus vorzunehmen. — An der Schnittstelle war der Nerv gänzlich zusammenhängend, nur zeigte sich eine Anschwellung daselbst, welche die Grösse einer gewöhnlichen grossen Erbse hatte. Mein Mitexperimentator glaubte, eine Nervengeschwulst zu entdecken, wie man sie oft an oberflächlich liegenden Nerven chirurgisch entfernt und wie von *Neumann*, *Weinhold, Spangenberg, Chelius* u. A. operirt oder beschrieben wurde. — Hiergegen sprachen aber mehre Umstände. Einmal war die Geschwulst nicht mit umgebenden Theilen verwachsen, es zeigte sich nicht die scirrhöse Beschaffenheit, worüber uns die mikroskopische Betrachtung vollends Aufschluss

gab und endlich hatte sie dem Thiere keine Schmerzen verursacht, wie solche chirurgische Objekte immer thun. — Es wurde der Nerv mit seiner Geschwulst vorsichtig herausgenommen und frisch, ohne gerade Chromsäure bei der Hand zu haben, untersucht. Die Anschwellung war ungefähr 4 Linien lang und 4½ Linien im Durchmesser. Der Nerv ging nicht durch die Achse derselben, sondern liess die Geschwulst an einer Seite stärker hervortreten. Sie war von einem gefässreichen Neurilem bekleidet, welches der Geschwulst ein gleichmässig glänzendes, weisses und nicht gestreiftes Ansehen gab. — Die Anschwellung wurde longitudinal mit leichtem Schnitte geritzt und unter der 260maligen Vergrösserung mit der Nadel präparirt. Wir stiessen auf wirkliche Bläschen, wie man sie in Ganglien antrifft, und die hier Fasern umkleideten, die ohne Unterbrechung von einem Ende zum andern nahe durch die Achse der Anschwellung liefen. Diese Fasern zeigten stärkere Krümmungen und selbst knotenartige Erhabenheiten, die als Narbe der Primitivfasern gelten konnten. An einer Seite konnte man keine deutliche Fasercontinuität erkennen. Man unterschied eine weisse und graue Substanz, letztere zeigte sich als wirkliche Bläschenmasse, erstere als Faserung. Ein sehr kompaktes Zellgewebe schickte von der äusseren Hülle aus streifige Fortsätze in die Geschwulst und schied auch an mehren Stellen deutliche Faserbündel. — Als das Präparat anfing zu zerfliessen, legte ich es in Essigsäure, aber hier war trotz der Verdichtung doch das Objekt undeutlich geworden.

§. 126.

Nun erhob sich die Frage: was ist diese Bildung? Die Antwort gab uns das frühere Phänomen am lebenden Thiere. In Erwägung: dass eine wirkliche Leitung durch zusammengeheilte Fasern Statt fand, dass aber diese Leitung in centrifugaler Richtung aus (durch Reizung der Lumbalnerven) in der Anschwellung gedämpft wurde; in Berücksichtigung, dass ein (durch Stiche in Fusssohle und Bein) bewerkstelligter Reiz eine peripherische, centripetale Strömung erregte, diese aber nicht zum Bewusstsein als Empfindung gelangte, sondern sogleich unwillkürliche Bewegung erfolgen machte, selbst, als die sensibeln Lumbalwurzeln und die ganzen Nerven durchschnitten waren — in Erwägung ferner, dass in der Anschwellung zahlreiche Bläschen gefunden wurden und diese nach physiologischen Erfahrungen die Strömungen der Innervation zu dämpfen, zu vertheilen und auf motorische Fasern zu übertragen bestimmt sind, so — stellte sich die Anschwellung als ein abnormes Ganglion dar, eine Erscheinung, die mir bisher nicht bekannt geworden ist.

Dass die Reize auf dem Fussrücken und der äusseren Beinseite keine oder doch nur unbedeutende Reaktionen verursachten, während die Reize in der Fusssohle und am hinteren, inneren Theile des Beines starke Zuckungen erregten, korrespondirt mit den im abnormen Ganglion aufgefundenen, unvollkommen vereinigten Fasern einer Seite und wäre es nicht möglich, dass diese Fasern später den Nervus peroneus gebildet hätten?

Sollte der Versuch *Müllers**), wonach der Reiz des Ischiadicus bei einem Kaninchen über der Narbe keine, dagegen der Reiz unter der Narbe starke Zuckungen erregte, oder wo der galvanische Reiz gleiche Resultate lieferte, nicht ebenfalls auf der Ganglienbedeutung der, in dem von Müller beschriebenen Falle, starken Anschwellung des Nerven begründet liegen?

In mehren, gleichzeitig begonnenen Versuchen an Katze, Kaninchen und Frosch gewahrte ich bis jetzt keine ähnliche Erscheinung.

§. 127.

Die Reproduktion der Bläschensubstanz, wie ich sie an dem abnormen Ganglion und anderen Versuchsobjekten gefunden habe, lässt sich auch recht deutlich bei Gehirnregenerationen erkennen, wo namentlich die graue Substanz verloren gegangen war. Es ist bekannt, dass *Arnemann* bei Säugethieren und Vögeln zahlreiche Experimente in dieser Absicht anstellte und nach 7—10 Wochen einen Gehirnverlust von 26 bis 54 Gran wiederersetzt fand. Dass sich bedeutende Verluste dieser Art restituiren, habe ich bei zwei grossen Kopfverletzungen zu erfahren Gelegenheit gehabt, welche zwei Soldaten durch Wirkung der Waffen erleiden mussten. In dem einen Falle hatte eine Kugel in so tangentialer, aber energischer Richtung das Os bregmatis gestreift, dass eine wirkliche Schussrinne im Knochen gebildet war, indem derselbe theils zersplittert, theils ausgebohrt er-

*) Physiologie Aufl. I. S. 397.

schien. Das Gehirn war verletzt und floss aus der zerrissenen Dura mater. Dem ganzen Laufe der Knochenzerschmetterung entlang wurden Trepankronen und zwar drei angelegt, Knochensplitter ausgehoben, niedergedrückte Stücke relevirt und das Gehirn verlor dabei wohl mit Zurechnung des bei der Verwundung verspritzten Theiles 4 Loth Substanz. Die Behandlung des Patienten hatte 11 Wochen gewährt, als sich die Stelle des Verlustes vollkommen wieder ausgefüllt zeigte und der Kranke an Leib und Geist keine sonderliche Störung verrieth. Nur die einzige Erscheinung, das Vergessen einiger an sich bedeutungsloser Gedächtnissmomente war bemerkenswerth. Nach jetzt verflossenen 9 Jahren erfuhr ich auf einer Reise von einem ehemaligen, glaubwürdigen Collegen, dass jener Soldat an der Schwindsucht gestorben und secirt sei. Man habe eine vollkommene Regeneration des Gehirns durch das Mikroskop erkennen und eine neue graue und weisse Substanz schon mit blossen Augen unterscheiden können. Mehr zuverlässiger im Resultate war der zweite Fall, wo ein Soldat vom Pferdehufe an den seitlichen Stirntheil geschlagen und hier der Schädel zersplittert wurde. Das Gehirn lag frei und verletzt in der Wunde, eine bedeutende Quantität lag verspritzt auf Kleid und Kopfhaar. Nach chirurgischer Besorgung konnten wohl 7 Loth verloren gegangen sein. Ein tiefer soporöser Zustand befiel den Kranken beinahe 4 Tage, dann erholte er sich und genas ohne auffallende Geistesstörung in dem Zeitraume von 10 Wochen. Nach einem halben Jahre hatte er alle früheren Geistesfähigkeiten wiedererhalten, starb aber plötzlich in einer heftigen Gemüths-

bewegung am Schlagflusse. — Bei der Section zeigte sich eine gänzliche Regeneration des Gehirnverlustes. Die graue Substanz hatte eine in's Gelbliche spielende Farbe, aber sie enthielt deutliche Bläschen und man fand auch die Fasern ohne irgend eine Anomalie an der Uebergangsstelle beider Substanzen eintreten. Die weisse Substanz zeigte sehr entwickelte Blutgefässe, übrigens verhielt sich die Regeneration ganz wie Hirn und verdichtete sich, bröcklich werdend, während des Aufbewahrens in Spiritus vini.

### §. 128.

In diesen beiden Fällen fand also das Gegentheil der Ansicht *Flourens'* *) Statt, welcher eine Regeneration bei seinen Versuchen am Vögel- und Säugethier-Gehirn verneint und nur eine Narbe entdecken konnte. Es trat aber bei Zunahme der Vernarbung eine allmälige Wiederkehr der Funktion zurück und diese musste schon auf eine höhere Bedeutung der vermeintlichen Narbensubstanz schliessen lassen. Eine Reproduktion der weggenommenen Ventrikelwand hat sich nach früheren Erfahrungen, von der Rinde aus beginnend, erwiesen und es ist eine solche Restitution nicht ganz unglaublich, wenn auch mehre in dieser Absicht unternommene Experimente von meiner Seite zu der Bestätigung des Resultates nichts beitrugen, indem ich wirklich nur eine Aufschwellung,

---

*) Versuche über die Eigenschaften und Verrichtungen des Nervensystems. Analyse des travaux de l'acad. roy. pendant 1824. p. 68.

ein späteres Zusammenfallen und Vernarben, freilich mit einiger Verlängerung der Rindensubstanz, entdecken konnte. Merkwürdig ist aber das öftere, äusserst rasche und nach einigen Tagen wiederkehrende funktionelle Verhalten des Gehirntheils, welcher verletzt wurde. Eine Reproduktion kann hieran nicht Theil nehmen, denn die Wiederherstellung der Funktion geschieht, ohne dass ihr eine materielle Gestaltung korrespondirt. Es muss nothwendig der unverletzt gebliebene Theil der verwundeten Primitivfasern noch centrale Bedeutung behalten und vielleicht geschieht eine so rasche Funktionswiederkehr vor aller Reproduktion in solchen Fasern, welche auf ihrem centralen Laufe innerhalb des Gehirns noch von tieferen Belegungsbläschen umgeben werden.

§. 129.

Als Beweis, dass die Empfindungsfähigkeit in durchschnittenen Nerven in ihrer ganzen Energie wiederkehrt, sobald eine vollständige Regeneration Statt gefunden hatte, möge noch folgende praktische Thatsache dienen. — Ein junger Mensch litt sehr heftig am Fothergill'schen Gesichtsschmerze. Von dem Foramen infraorbitale an erstreckte sich der Schmerz über unteres Augenlid, Nasenflügel, Oberlippe und Backe der linken Seite. Im Jahre 1831 unternahm ich die Durchschneidung des Nerven gleich an seiner Austrittsstelle und der Schmerz war gehoben. — Ein gelinder fortbestehender Schmerz in den oberen Schneidezähnen linkerseits konnte durch den Schnitt nicht getilgt sein, da der Ramus dentalis anterior zu tief im Foramen abgeht. — Nach 8 Wochen entstand

von Neuem der alte Schmerz an denselben Stellen und in der früheren Weise. Der Leidende drang auf abermalige Durchschneidung, welche indessen anderer Umstände wegen nicht verwirklicht wurde. Nach zwei Jahren schrieb er mir, dass er auf der Backe eine Geschwulst von der Grösse einer starken Haselnuss habe und dass dieselbe nahe unter der Narbe der früheren Nervendurchschneidung liege. Er wollte sich von einem Arzte in Holland operiren lassen. Ich ersuchte diesen, mir genaue Nachricht von der Geschwulst zu geben, ob sie vielleicht ein Neurom oder ob überhaupt meine frühere Durchschneidung des Nerven wieder zu erkennen sei. Das Resultat war folgendes: Die Geschwulst, ein gewöhnliches Atheroma, hatte sich zwischen die Fasern des Levator labii sup. proprius und am unteren Rande des Orbicularis eingedrängt und ruhte dicht unter dem Foramen infraorbitale, wo sie auf den Nerven einen betäubenden Druck ausgeübt haben musste, denn der Gesichtsschmerz hatte nachgelassen. — Der Operateur hatte nach Ausschälung des Tumor den Nervus infraorbitalis genau überblicken, keine Narbe an der vollkommen regenerirten Stelle auffinden und nur als Merkmal früherer Durchschneidung die Obliteration der Arteria infraorbitalis auf einer kurzen Strecke bemerken können. Ohne den Patienten aufmerksam zu machen, schnitt der Arzt ein Stück von 3 Linien aus dem Nerven und der Gesichtsschmerz war für immer verschwunden. Merkwürdig ist aber, dass nach dieser Nervendurchschneidung sehr bald die Barthaare abstarben und ausfielen. Der Trigeminus scheint überhaupt auf den Bart Einfluss zu haben und mit dem Geschlechtsleben in

Connex zu stehen, der im Cerebellum begründet sein muss. —

§. 130.

Wenn ich mir nach den hier mitgetheilten Versuchen und Thatsachen nunmehr einige Folgerungen erlauben darf, welche als Resultate gelten können, so möchte ich über die Regeneration der Nerven folgende Sätze als zweifellos aussprechen:

1) Die Nerven stellen durch regenerativen Prozess eine durch Schnitt aufgehobene Continuität wieder her; selbst wenn ein Stück von mehren Linien herausgenommen wurde.

2) Die Regeneration bildet neue Nervenbläschen und neue Primitivfasern, und daraus folgt

3) eine vollkommene funktionelle Restitution des Nerven und seines peripherico-centralen Verhältnisses, mithin Wiederkehr von Empfindungs- und Bewegungsleitung.

4) Auch das Rückenmark vermag durch Regeneration wieder seine unterbrochene Continuität zu erhalten und dieses zeigt sich namentlich an sehr jungen Säugethieren.

5) Unter besonderen Umständen kann eine Ganglienbildung an durchschnittenen Nerven gebildet werden, wobei dann auch die Phänomene eintreten, welche Ganglienkugeln bei Einwirkung auf die Faserleitung verursachen.

6) Die vollkommene Regeneration von Nerven, wie z. B. des Ischiadicus, bedarf als Minimum immer eines Zeitraumes von 2 Monaten; lebenswichtigere Nerven, wie z. B. der Vagus, vollenden erst ihre Regeneration in anatomischer und funktioneller Hinsicht nach 16 Wochen.

## §. 131.

Es könnte auffallen, dass ich bei der Prüfung der regenerirten Nerven gar nichts von Anwendung galvanischer Reize gesagt habe. Freilich habe ich den galvanischen Strom zu öftern Malen applizirt, aber als ich fand, dass man auf diesem Wege der Methode kein sicheres Resultat gewinnen könne, hielt ich mich allein an die anatomische Mikrologie der Regeneration und an das Verhalten der reinen, thierischen Innervationsströmung. Der Galvanismus ist zu sehr in seinen Aktionen mit dem Nervenagens übereinstimmend, so dass man oft die Aktionen verwechselt und das künstliche Phänomen für eine Lebensenergie hält. Ebenso wie Innervation auf das Galvanometer influirt*), so wirkt auch der galvanische Strom durch die Nervenfaser und täuscht oft als Innervation. Ein starker electrochemischer Strom ist gar nicht zu gebrauchen, weil der Nerv dann nur als nasser, thierischer Leiter erscheint und dabei sehr schlecht isolirt; ein schwacher Strom giebt aber so verschiedene Resultate, dass man zu keiner Bestimmtheit dabei gelangt, wie bei dem mechanischen Reize, wo man nur Innervation erregt, ohne noch ein verwandtes Agens stellvertretend einzuführen. Die Versuche, welche *Müller* mit *Sticker* **) unternommen hatte, ahmte ich, für meine spe-

---

*) Vgl. *Matteucci* in Pisa, *Essai sur les phénomènes électriques des animaux*, *Paris* 1840. Ferner: *Bulletin de l'Académie des Sciences de Bruxelles*. 1840. 8. 43. Mittheilungen von *Pucinotti* etc.

**) Archiv für Physiologie. 1839. 202.

ziellen Zwecke modifizirt, mehremale nach, aber ich muss gestehen, dass ich keinen Vortheil dadurch gewann. Doch habe ich Vorbereitungen getroffen, um noch in diesem Jahre galvanische Proben bei Nervenregenerationen nach einem neuen Plane anzustellen und ich dürfte etwaige Resultate später bekannt machen.

## B. *Versuche über die Regeneration der Knochen, Knorpel und fibrösen Gewebe.*

### §. 132.

Die Regeneration der Knochen ist vielfach bearbeitet worden und es existirt darüber eine so weitschichtige Literatur, dass ich mich im Grunde nur auf meine eigenen Experimente beschränken und diese dem Leser zur Prüfung und Vergleichung überlassen möchte. Dennoch aber verlangt es die Darstellung, auf die Erfahrungen und Meinungen früherer und fremder Forscher möglichst hinzuweisen, um einigermassen überblicken zu können, was die Wissenschaft für eine bestimmtere Kenntniss des Gegenstandes gethan hat. Dass sich die Knochensubstanz vollständig reproduzire, wusste die Chirurgie schon in ihrer frühesten Praxis, weniger Einsicht hatte man aber von dem reproduktiven Vorgange selbst, über den die Aerzte und Anatomen erst in der Mitte des vorigen Jahrhunderts zu reflektiren anfingen.

Unsere Literatur besitzt eine reiche Sammlung von Thatsachen, wo es bewiesen ist, dass grosse Portionen von Knochen, ja ganze Knochen, selbst breitgeformte, wieder ersetzt wurden; eine Aufzählung derselben findet

sich namentlich in *A. L. Richter's* kleinem Werke über Nekrose *), worauf ich, um Raum zu ersparen, verweise.

§. 133.

Obgleich der Knochen äusserlich starr und krystallinisch erscheint, so lebt doch in ihm eine innere Bewegung und Metamorphose, welche einen höheren Vitalitätszustand verräth, als man auf den ersten Blick vermuthen möchte. — Der Gefässreichthum, welcher schon in den frühen Bildungsakten dem Knochengewebe zu Theil wird und den *Howship* so schön nachgewiesen hat, verräth ein nicht unbedeutendes Theilhaben an den Prozessen des flüssigen Organismus, des Blutes, und es ist nicht allein die Gefässausbreitung im Knochen, welche Entzündung desselben vorstellt, sondern es ist, abgesehen von den zellulös weichen Knochengebilden, auch der Kalk, das Produkt einer Lebensmetamorphose, selbst, welcher in abnormen Zuständen erkrankt und verändert wird. Diese Erfühlung und Bildungsaktion kann in den Knochen auffallend gesteigert werden, wie die Pseudoorganisationen so vielseitig beweisen, denn die ganze Bildung dieses starren Gefüges ging aus der lebendigen Quelle des bildenden Lebens, dem Blutplasma hervor und löst sich zurückbildend auch wieder in dasselbe auf. — Dieses ahnte seiner Zeit schon *Cruikshank* **) und mit Gewissheit ist dieses Entstehen und Zurückkehren aus und im Plasma von *Carus* und in meiner Histologie ausgesprochen. Ein Gefüge aber,

---

*) Berlin, bei Nicolai, 1826. Seite 100 u. f.

**) *On the absorbents. p.* 3.

in welchem fortwährend Thierstoff (parenchymatöse Urbildungsflüssigkeit) sich zu starrer Masse verwandelt, und in welchem fortwährend die starre Krystallisation, der Kalk, wieder in Thierstoff zurückgelöst wird, muss auch an denselben inneren Lebenserfühlungen und Reaktionen Theil haben, wie jedes andere, vielleicht sichtbarer sich wandelnde Gewebe. — Die Wissenschaft hatte sehr viel gewonnen, als sie erkannte, dass der Knochen dieselben pro- und regressiven Zustände, mögen sie physiologisch oder pathologisch heissen, wie jedes andere lebende Organ in sich vollbringe und erst mit dieser Ueberzeugung vermochte man zu erkennen, was die Regeneration in ihrer physiologischen Zurückführung auf organische Urbildungs-Phänomene bedeute.

§. 134.

Die Rindensubstanz der Knochen zeigt, ihrer entwickelteren, krystallischen Struktur entsprechend, eine geringere Lebensbewegung und Erfühlung, als die der Markhöhle zugeneigte Substanz; die bildende Seite des Lebens bewegt sich hier langsamer und die Versuche von *Hunter* *) und *Home* **) mit Färberröthe beweisen, wie die Markseite des Knochens gewöhnlich bedeutende Veränderungen zeigt, ehe die Corticalsubstanz die entfernteren Anzeichen davon trägt. Auch hängt die Letztere mehr von der Marksubstanz als von der Beinhaut ab, da Zerstörung des Markes auch die Rinde zerstört, dagegen

*) *Transact. f. the mipr. of med. etc. V. II.*

**) *Exper. and observ. on the growth of bones etc.*

diese nur immer unter Umständen bei geschehener Schädigung des Periosteum getödtet wird. Wo die Gefässe weniger durch die dichte Ablagerung des Kalks zurückgedrängt werden, da wird auch ein lebhafteres Umbilden des Flüssigen Statt finden können und Epiphysen sind daher immer als lebensregere Theile zu betrachten; dasselbe gilt allgemein von der zelligen Knochensubstanz.

§. 135.

Bei der Regeneration der Knochen ist das Vitalitätsverhältniss der verschiedenen Abstufungen des Gewebes nicht ohne grossen Einfluss; es kann sich immer Dasjenige am Raschesten und Leichtesten reproduziren, was schon im normalen Gange des Lebens rasch umgewandelt wurde; doch geschieht auch die Ablagerung des Kalkes im regenerirten Knochen ohne Schwierigkeiten, da dieser Prozess so sehr dem anorganischen Krystallisiren ähnelt, dass es nur der Anamorphose der basischen Thiersubstanz zu gesäuertem Kalke bedarf, um diese Bildung einzuleiten. Da aber diese Kalkproduktion in ihrer Bedeutung tiefer steht, als das Bilden organisch-weicher Gewebe, so geschieht sie auch leichter, als letzteres streng organische Bilden und die festen, stark krystallisirten Knochen regeneriren daher vollkommner, als solche, welche vermöge ihrer zelligen und weicheren Struktur schwammig erscheinen. Indessen scheint es doch merkwürdig, dass das so einfache Knorpelgewebe des Knochens, dessen Vorherrschen die Porosität schwammiger Knochen bedingt, so schwer zu regeneriren geneigt ist und weit eher durch ligamentöse Zwischenglieder die Continuität herzustellen

sucht. *E. H. Weber* *) glaubt darin eine Analogie mit jenen höchst einfachen Thieren, z. B. den Medusen, zu finden, welche bei einer ausserordentlichen Lebenszähigkeit doch sehr geringe Reproduktion zeigen. Meine mehrfach unternommenen Experimente haben aber gezeigt, dass nur die Lokalität der breiten und runden Knochen an ihrer geringeren Regeneration Schuld ist. Wie die fernere Darstellung noch beweisen wird, findet nur dann Knochenregeneration Statt, wenn die umlagernden Weichgebilde durch ihren Gefässreichthum und ihre Lebensenergieen die wichtigsten Bedingungen dazu hergeben. Die langen, dichten Knochen regeneriren nicht, wenn ihre umgebenden Weichgebilde davon getrennt oder zerstört wurden und die meisten breiten und runden Knochen entbehren dieser nöthigen Umgebung von Weichgebilden entweder ganz, oder sie sind nur sehr dürftig davon umlagert. Gemeiniglich werden sie von ligamentösen, gefässarmen Gebilden umschlossen, welche auf die Regeneration keinen Einfluss ausüben können. Dass sich übrigens auch breite Knochen unter den von den gefässreichen Weichgebilden ausgehenden Bedingungen vollständig regeneriren können, beweiset das Schulterblatt und die Mandibula. Ersteres sahen *Chopart* **), *Rudolphi* ***) und *Kortum* ****) gänzlich reproduzirt und ich selbst beobach-

*) Anatomie. I. S. 307.

**) *De necrosi ossium S.* 7.

***) Bemerkungen über Naturgeschichte, Medizin und Thierarzneikunde. Berlin, 1805. II. S. 56.

****) *Dissertatio proponens experimenta et observat. circa regenerat. ossium. Berol.* 1824. S. 8.

tete einen gleichen später anzudeutenden Fall. Von runden, von gefässarmen Kapseln umschlossenen Knochen ist mir kein Beispiel von Regeneration bekannt.

§. 136.

Seit *Duhamel's* *) Ansichten über den Prozess, welcher bei der Knochenregeneration Statt findet, haben die Experimentatoren verschiedene Erklärungen versucht, von denen indessen die älteren darin fehlten, dass sie nicht genug Rücksicht auf die physiologische Form dieses Prozesses nahmen, welcher unserer heutigen Ansicht nach sich nur in urwesentlichen Nebenmomenten von der ersten Entwicklung des Knochens, wie die Physiologie dieselbe erkannte, unterscheidet. Die ältere Ansicht *Galen's* **), die in der regenerirten Knochensubstanz das Produkt eines unorganischen Prozesses erkennen wollte, wurde durch *Duhamel* zum ersten Male widerlegt, indem dieser erklärte, dass der Knochenersatz in der Callusbildung ebenso gut wirklicher Knochen sei, als das übrige Skelet. Zugleich erhob er aber das Periosteum zu einer viel zu wichtigen Rolle, indem er glaubte, dass von der Beinhaut aus kleine Blättchen sich lostrennten und zu Knochenlamellen würden, eine Ansicht, welche freilich von *Haller* ***) und *Detlef* schon unvollkommen verneint wurde.

§. 137.

Die bessere Einsicht in dieses regenerative Knochenleben gab erst das Experimentiren an solchen Knochen-

*) *Mémoire de l'Académie royale des sciences. An.* 1747.

**) *De method. medendi. Lib. V. Cap.* 7. *e.*

***) *Opera minora*, 1761. *Tom. II. pag.* 460 *etc.*

gebilden, welche auf künstliche Weise nekrotisch gemacht waren. Das Verdienst, zuerst diese Methode in zweckmässigere Anwendung gebracht zu haben, gebührt ohnstreitig *Troja**). Seine Versuche findet man in dem unten angezeigten Werke. — Ihm folgte *David***) und dieser vertrat des Vorgängers Ansichten über die gallertartige Exsudation zwischen zwei Blätter (?) des Periosteums und Umwandlung derselben zu Knorpeln und Knochen, nachdrücklich gegen *Brun****), welcher, freilich bei einigen nicht zu verwerfenden Prämissen, doch nur in der Regeneration eine Exostose erkennen und somit die erstere eigentlich verleugnen wollte. Diese Ansicht machte sich später *Weidmann* zu eigen, den man auch irrthümlich als deren Urheber angesehen hat. Es würde dem Zwecke dieser Schrift zu viele Seitenwege eröffnen, wenn ich die Geschichte aller ferneren Ansichten über Regeneration hier andeuten wollte. Was *Leveillé*****), *Larrey*†), *Kleemann*††), *Ludwig*†††); im Jahre 1799 vor

*) *De novorum ossium in integris aut maximis ob morbos deperditionibus experimenta. Paris* 1775.

**) *Observations sur une maladie des os, connue sous le nom de Necrose. Paris* 1782.

***) *Histoire de la société royale d. Médecine.* 1781. *Dictionn. des sciences médicales, Tom.* 35. *P.* 356.

****) *Mémoires de Physiolog. et de Chirurgie. Paris* 1804. Ferner: *Nouvelle Doctrine chirurgicale T. IV.*

†) *Journal complémentaire du Dict. des sciences méd. T. VIII.*

††) *Dissertatio de ossium necrosi. Berol.* 1821.

†††) *Advers. med. pract. Vol. III. P. I.* 1772. Vergleiche auch *Russel* (*Practical Essay on a certain Disease of the*

Allen *Macdonald**), *Köler***), ferner von *Macdonald's* Anhängern, *van Heekeren****), *Renard*****), *Clossius*†), *Bell*††), *Boyer*†††), *Eggers*††††), *Cruveilhier*[1]), so wie später *Meding*[2]) und *Kortum*[3]) und Andere beobachteten und erkannten, möge man in den unten citirten Schriften der genannten Forscher nachschlagen. —

§. 138.

Ich habe zur Lösung mannigfacher schwebender Fragen über die Bedingungen der Knochenregeneration einige Versuche unternommen, die sich namentlich auf die neuere Kenntniss von dem genannten Gegenstande stützen. Seit *Meding's* und *Kortum's*, so wie seit *Köler's* früheren Experimenten wissen wir so viel von der Regeneration in diesen starren Gebilden, dass wir nicht nur den nekrotischen

---

*bones, termed Necrosis.* 1794.) *Elzholz* (*Dissert. de ossium genesi et regeneratione*, *Berol.* 1823.)

*) *Disput. inaug. de Necrosi ac Gallo. Edinburg.*

**) *Exp. circa regenerat. ossium. Göttingen* 1786.

***) *De osteogenesi praeternaturali*, *Lugd. Batav.* 1797.

****) Versuch, die Entstehung und die Veränderungen der Knochen etc. zu erklären. Leipz. 1803.

†) Ueber die Krankheiten, Tübingen. 1798.

††) Lehrbegriff der Wundarzneikunst. A. d. Engl. Th. VII. 1810.

†††) Vorlesungen über die Krankheiten der Knochen, übersetzt von *G. A. Spangenberg.* —

††††) Von der Wiedererzeugung. Würzburg, 1821.

1) *Essai sur l'anatomie pathologique. Paris*, 1816.

2) *De regeneratione ossium per experimenta illustrata.* 1823. *Leipzig.*

3) *Dissert. inaug. proponens experim. et observat. circa regener. ossium.* 1824. *Berlin.*

Prozess der Knochen richtiger zu würdigen verstehen, sondern auch über die ältere Streitfrage hinaus sind, ob überall eine wahrhafte Regeneration Statt finde oder nicht. Die Ansichten darüber haben jetzt nur noch ein historisches Interesse, denn nachdem *Miescher* *) wissenschaftlich nachwies, dass der Knochen einer völligen Regeneration aus sich selbst fähig sei und in diesem Prozesse die Stufen einer physiologischen Entwicklung durchlaufe, herrscht nur noch die Controverse über den Antheil, welchen das Markgewebe, die Beinhaut und die umgebenden Weichgebilde an den Bedingungen der Regeneration nehmen. Bekanntlich hatte *Duhamel* die Beinhaut als wesentlichen Bildungsboden des regenerirten Knochen geltend gemacht und *Blumenbach*, *Köler*, *Boyer*, so wie die neueren Forscher *Meding* und *Kortum* waren auf dieselbe Ansicht geleitet, obgleich *Detlef* schon dagegen zeugende Fakta anführte.

Bei einer einfachen Fractur kann man den Prozess in seiner normalsten Form erkennen. Complizirter, aber auch um so lehrreicher, sind die Beobachtungen an Nekrosen, die man auch durch Kunst erzeugen kann, um die verschiedenen Mitwirkungen theilnehmender Gebilde und die verschiedenen Vitalitätsmomente der Regionen im Knochen genauer zu erforschen. —

## §. 139.

Um den einfachen Prozess der Fracturregeneration physiologisch darzustellen und den Schlüssel für fernere

---

*) *De inflammatione ossium eorumque structura generali.* 1836. Ferner *Froriep's* neue Notizen Bd. IV. p. 251 etc.

complizirtere Vorgänge darin zu finden, möge vorläufig ganz allgemein Folgendes hier gesagt sein: zunächst ist es die Entzündung der umgebenden Weichgebilde, welche uns bei beginnendem Streben nach Reproduction bemerkbar wird. Die vom inflammatorischen Zustande indurirte Umgebung umlagert den verletzten Knochentheil gleich einer Kapsel, es ergiesst sich eine starke Quantität Plasma, ohne welches überhaupt keine Bildung irgendwo möglich ist, dieses Plasma hat theils eine Sättigung Blutroth in sich aufgenommen, theils gerinnt es zu einer weichen Consistenz und bildet dadurch die röthliche Masse, welche die Weichgebilde mit dem Knochen und dessen Fragmenten verklebt. Nach und nach nimmt die Masse einen zellulös-fibrösen Charakter an, während die entzündete Umgebung ihre Stase immer mehr aufgiebt und normaler wird. Der Knochen, dessen langsamere Lebensbewegung erst jetzt deutlichere Spuren eingetretener Entzündung zeigt, lässt in seinen Parthieen, wo das Gefässsystem prädominirt, also in dem Markgewebe und in der dem Periosteum nahe liegenden Region, ein neues Exsudat hervortreten, welches ein blutrothhaltiges Plasma ist, in welchem sich, sobald die Bläschen- (Zellen-) Gerinnung bis zur Consistenz einer gallertartigen Materie gediehen ist, Gefässrinnen und wirkliche Gefässe bilden, welche die nutritive und resorbirende Thätigkeit in diesem Exsudate einleiten und vermitteln. Bald darauf sieht man Knorpelkörper, knöcherne Zellchen, die sich zu Kanälchen vereinigen; die Absetzung des gesäuerten Kalkes geschieht lamellenweise zwischen die Kanäle und es bildet sich ein wirkliches Knochengewebe, welches von

Gefässen durchzogen ist, die nun wieder auf Fortbildung desselben Prozesses zwischen den Fragmenten der aufgehobenen Continuität wirken, um hier denselben Callus permanent herzustellen, den wir anfangs provisorisch entstehen und allmälig wieder bis auf eine gewisse Grenze aufgesogen sehen.

## §. 140.

Von dem Grade der Entzündung hängt die vollkommenere oder unvollkommenere Regeneration ab; die produktive Entzündung ist aber nur genügend möglich, wo das Gewebe einen hinreichenden Vitalitätszustand hat, und die Erfahrung lehrt überall, wie solche Knochenbrüche, welche an gefässarmen, von wenigen Weichgebilden eingehüllten Parthieen Statt finden, selten eine höhere Regenerationsstufe, als Faserknorpel erreichen und schon in dieser Produktion Seitens der nutritiven Seite erschöpft erscheinen. Die rothe, gelatinöse Exsudatmasse, welche bald mit Gefässen durchzogen wird, zeigt später eine starke Entwicklung von Granulationen, die dem Boden gemäss, auf dem sie hervorkommen, auch in höhere oder niedere Bildung übergehen. Der gesäuerte Kalk erscheint immer erst an Ort und Stelle, wenn der gefässreiche Bildungsstoff die weicheren Grade des Knorpelzustandes durchgelebt hat, und aller Wahrscheinlichkeit nach ist dieser Knorpelzustand des neuen Knochens im Verhältnisse zu der ersten Fötal-Knorpel-Knochenentwicklung nur von sehr kurzer Dauer.

## §. 141.

Das Hauptmoment zur Möglichkeit einer Regeneration im Knochengewebe liegt überall, so auch hier, in dem stellvertretenden Akte der gesunden und abgestorbenen Parthieen. Sobald in irgend einem Knochentheile durch Verletzung oder Krankheit das Leben bis auf gänzliche Sistirung herabgestimmt wird, so steigert sich im umgekehrten Maasse die Vitalität der unverletzt gebliebenen Parthieen, deren gewissermassen gewaltsame Aktion dann in den Zustand der Entzündung überschlägt. Zu diesem Ergänzungsleben im Knochen bieten auch die Gefässe vermittelst ihrer anatomischen Vertheilung grosse Hülfe dar, denn die Untersuchungen von *Bichat* *) und *Meckel* **) weisen nach, dass die Gefässnetze der Rindensubstanz des Knochens ganz selbstständig im Verhältnisse zu den Gefässen des Markgewebes sind, dass sie zwei ganz verschiedenen Ordnungen angehören und nicht von einander in pathologischen Zuständen abhängen. Die Gefässe der Marksubstanz können absterben, während die der Corticalsubstanz ihr Leben steigern und umgekehrt, und daraus erklärt sich namentlich die Möglichkeit des Wiederersatzes und mancher merkwürdiger, gegensätzlicher Knochenzustände, welche man bei Necrosis superficialis und centralis zu machen Gelegenheit hatte.

---

*) Allgemeine Anatomie, übersetzt von *H. Pfaff.* Th. III. S. 27.

**) Handbuch der menschlichen Anatomie, B. I. S. 370.

§. 142.

Nach diesen allgemeinen Vorerinnerungen werde ich mir jetzt die Aufzählung einiger Experimente erlauben, welche ich über Regeneration des Knochengewebes seit mehren Jahren unternommen habe. Da diese Versuche immer gewissen und bestimmten Fragen subsummirt wurden, so darf ich die hier mitzutheilenden experimentiellen Illustrationen nach den jedesmaligen Fragen ordnen. die durch die Experimente selbst ihre möglichst erschöpfende Beantwortung finden sollten.

a. *Wie verhält sich der lange Knochen beim Absterben äusserer, kleiner oder grösserer Parthieen?*

§. 143.

Wenn ein Knochen einen kleinen Theil seiner oberen Corticalschicht einbüsst, so wachsen aus dieser Stelle, sobald das abgestorbene Stück nicht mehr hindernd wird, Granulationen hervor, welche sich aus der wirklichen Knochenmasse erheben*), mit den nächsten Weichtheilen sich vereinigen, und in eine fibröscartilaginöse Structur übergehen. Im Umfange dieser Granulation, welche in kurzer Zeit mit einer sehnigen Narbe geschlossen wird, entsteht, in Folge entzündlicher Erregung, vermehrter Absatz von Plasma, und indem dieses verwandelt wird auf dem Wege zum Knochen, zeigt sich die Umgebung der Granulation verdichtet und härter.

*) Ueber diesen Moment wird noch ausführlicher gesprochen werden. —

Dieser einfache Prozess hat Controverse hervorgerufen. Auf der einen Seite stehen Forscher wie *Ludwig*, *Russel*, *Béclard*, *Elsholz*, beziehungsweise auch *Charmeil*, welche diesen aus wirklichem Knochenboden entspringenden Granulationsakt als denselben anerkennen, welcher ganze Knochen wieder ersetzen kann, während auf der andern Seite Männer, wie *Weidmann*, *Clossius*, *Himly*, vielleicht auch zum Theil *A. L. Richter*, die Verwandlung solcher auf Knochensubstanz aufstehenden Granulationen zum wirklichen Knochengewebe theils bezweifeln, theils bestimmt leugnen, indem sie entweder verneinende Thatsachen anführen oder physiologisch darthun, dass die Fähigkeit eines organischen Gewebes, aus sich, mittelst Plasma's neu zu reproduziren, immer abhängig bleibe von dem höheren oder geringeren Lebenszustande der Matrix selbst. Allerdings zeigen Regenerationen runder Knochen, die allein auf diesen Granulationsprozess auf dem Boden des Knochengewebes beschränkt sind, nur die fibröse Struktur und bei oberflächlichen Verlusten der Substanz langer Knochen will man nach der Maceration die Vertiefung gefunden haben, welche die, höchstens zur fibrösen Struktur fortgekommene Regeneration zurückliess.

## §. 144.

Sobald eine kleine, äussere Lamelle, nahe unter der Beinhaut gelegen, zerstört wird, wie ich dieses mittelst Blosslegung und raschen, oberflächlich einwirkenden Ferrum candens ausführte, bildet sich immer eine vollkommene Restitution des Zerstörten aus Granulation wieder. Ist ein solcher Knochen macerirt, so erkennt man oft

kaum die Regeneration, wenn nicht die elfenbeinartig erscheinende Verdichtung der nächsten Umgebung aufmerksam darauf machte; oft bleibt nur eine kleine Rauhigkeit zurück. Wird aber die Exfoliation und Zerstörung tiefer in die Diaphyse eingreifend, so bleibt grösstentheils eine kleine Grube zurück, während von der Markseite aus Verdichtung des Gewebes, bemerkbar wird. Wie tief eine Zerstörung einwirken muss, um eine unvollkommene Regeneration mittelst fibrös-cartilaginöser Substanz zur Folge zu haben, lässt sich nicht positiv bestimmen, doch habe ich gefunden, dass an der Uebergangsstelle zwischen den beiden lebenvollsten Knochenregionen, also zwischen Markgewebe und Beinhaut, da, wo die Gefässe in der Rindensubstanz sich zu begegnen scheinen, der Knochen eine schlechtere Matrix für restituirende Granulationen abgiebt, wahrscheinlich, weil hier die Vitalität am Niedrigsten steht. Sobald ich durch ein glühendes Eisen bis zu dieser Region des Knochens eingedrungen war oder mittelst Meissels bis dahin eine Lamelle abgehoben hatte, entwickelten sich zwar Granulationen, aber es fehlte die gehörige Metamorphose des Plasma zu gesäuertem Kalke.

## §. 145.

Dass übrigens auch durch den Lebenszustand des Markgewebes die Regeneration der ganzen Dicke der Corticalsubstanz möglich wird, ja, dass vom Markgewebe aus sich eine Substanz bilden kann, welche sich auf dem Wege organischer Metamorphose zum wirklichen Knochen umzuwandeln vermag, darüber habe ich folgende Versuche als Zeugnisse anzuzeigen. Bei Vögeln regenerirt

überhaupt die ganze Dicke der Rindensubstanz sehr leicht durch das Markgewebe. Versuche darüber machten schon *Meding* und *Kortum*, und die physiologische Bedeutung dieses Gewebes führt uns schon a priori auf die Ansicht, dass eine reichliche Gefässverbreitung im Marktheile des Knochens diesem auch einen höheren Antheil an der chemisch-organischen Metamorphose verleihe, indem lebhafteres Umbilden, energische Ex- und Endosmose diesem Gewebe die Qualität giebt, die Matrix für organische Produktionen höherer, differenterer Art zu werden. Dazu kommt hülfreich und unterstützend das Streben des Markgewebes, Schädigungen des nutritiven Periosteums auszugleichen durch eigene Steigerung des Vitalitätszustandes; die Gefässe des Mark- und Beinhautgewebes stehen weniger in einem sympathischen, als gewissermassen antagonistischen Verhältnisse, die eine Gefässordnung wird durch die andere erregt, gesteigert und stellvertretend bethätigt. Dass diese physiologische Deduction eine richtige ist, beweisen folgende Thatsachen:

§. 146.

Erster Versuch. Der obere Röhrenknochen vorderer Extremität einer Krähe wurde an der innern, untern Seite freigelegt und ein Keil herausgesägt, dessen Spitze in der Markhöhle lag und dessen Basis ungefähr 5 Linien betrug. Die äussere Wunde heilte sehr schnell, eine unbedeutende Geschwulst war eingetreten, welche gegen den siebenten Tag fiel. Nach 12 Tagen öffnete ich die weichen Bedeckungen abermals und fand hier einen von den Weichtheilen über der Lücke ausgehenden, gallert-

artigen Erguss, welcher sich wie eine Brücke über die Verletzung zog und an den Seitenrändern fibröse Uebergänge zeigte. Eine zweckmässige Vergrösserung liess in diesem Exsudate viele Kugelreihen erkennen, die wohl die erste Metamorphose des Plasma zu Zellen sein mochten. In diese Masse stach ich ein feines Messer bis auf die Spitze der Keillücke und es erfolgte Blutung als Zeichen verwundeter Granulations-Gefässnetze. Die Wunde wurde wieder geschlossen und der Vogel befand sich anscheinend ganz munter. Nach 16 Tagen bewegte er schon wieder den Flügel und flatterte damit, wenn man ihn ergreifen wollte. Einige Tage darauf wurde das Thier behufs einer Obduktion getödtet. Die Lücke war beinahe ausgefüllt; eine Callusmasse, kalkiger Natur, das Produkt früheren Exsudates, umfasste, wenig über den Knochen hervorragend, die Keilränder und bog sich vertiefend in die neue Bildung hinein. Der lospräparirte und macerirte Knochen wurde longitudinal durchsägt und nun sah man, wie Aufsaugung und Neubildung das Profil der Keilwunde verändert hatten. An den Seitenrändern war eine Strecke der ältern Knochensubstanz resorbirt und die Lücke dadurch vergrössert, während vom innern Röhrentheile aus eine Granulation entstanden sein musste, welche jetzt nicht nur die Spitze der Knochenwunde, sondern auch eine 4 Linien lange Strecke der Markhöhle gänzlich als wirkliche, feste Knochenmasse ausfüllte. Hätte ich nicht während des Bildungsprozesses mit dem Messer die neue Bildung verwundet, so würde die Regeneration noch vollständiger geworden sein, die jetzt noch in einer Vertiefung die Spur des früheren Eingriffes verrieth. Bei

einem ganz ähnlichen Versuche hatte ich Gelegenheit zu einer spezielleren anatomischen Beobachtung. Die Lücke wurde ebenfalls von Gallerte ausgefüllt, welche knorpelig war, und von der (an den verletzten Knochenflächen angesetzten) neuen Ossifikation in dieselbe Bildung aufgenommen wurde. Vor dieser Erstarrung der Gallerte bemerkt man injicirbare Gefässe, welche an einzelnen Stellen ordentliche Büschel bilden, in deren Mitte sich immer ein Knochenkern befindet, welcher das Punctum ossificationis darstellt.

§. 147.

Zweiter Versuch. An einem jungen Hahn schnitt ich einen Keil aus der Beinröhre, doch so, dass die Basis der Lücke auf der Markseite, die Spitze an der Oberfläche lag. Die Höhle blieb durch eine sehr feine Lamelle theilweise verschlossen. Nach vier Wochen fand ich erst Zeit, das Thier wieder vorzunehmen, nachdem es geschlachtet war. Die weichen Theile waren fast gar nicht mit dem Knochen verklebt, dagegen das Periosteum sehr gefässreich und über der Verwundung einen höckrigen Callus bedeckend. Das Profil des Knochenschnittes zeigte nach der Maceration, dass die neue Bildung und Füllung der Lücke von dem bei der Verwundung fast unverlezt gebliebenen Periosteum ausgegangen war, dessen Gefässe anfangs die obere Wundspitze durch Aufsaugung erweitert, später aber durch starke Exsudation restituirt hatte. Nur an der äusseren Oberfläche war eine höckerige Stelle, die vielleicht durch ein von den Weichtheilen ausgegangenes Exsudat exorbitirt wurde. Die dünne Scheidewand

zwischen Basis der Lücke und Röhrenhöhle war vollständig verschwunden, wie überhaupt in der Nähe des Mark- und des Periosteumgebietes immer bedeutende Resorption Statt findet, während mehr in der Mitte oder bei beschränkter Gefässthätigkeit die Aufsaugung gering ist. Die innere Höhle zeigte sich auch hier mit Knochensubstanz von elfenbeinartiger Härte ausgefüllt und die früheren Gefässe schienen in Folge dieser Verdichtung obliterirt*).

§. 148.

Dritter Versuch. Ein vollständiges Ersetzen der linken Schenkelröhre der hintern Extremität, bei vollkommener Zerstörung der Corticalsubstanz der Diaphyse bis auf das Markgewebe, ein Fall, der meines Wissens nicht bisher beschrieben wurde, beobachtete ich in Holland mit dem Herrn Regimentsarzte *Konerding* und dem Gesundheitsoffizier Herrn *Onsen* bei einem Hunde, nachdem ein ganz gleicher Fall an einem Menschen unsere Aufmerksamkeit auf diese merkwürdige Regeneration hingeleitet hatte. Die Krankheitsgeschichte des Menschen ist folgende: Soldat *Beddiesen* wurde von einer herabfallenden, massigen Mauer an der linken Tibia verletzt. Der Knochen war vorn und seitwärts nicht nur entblösst, sondern

*) Bei einem ähnlichen Experimente war die Regeneration augenscheinlich nur zum geringsten Theile von der Markseite ausgegangen, dagegen war die Lücke ohne Zweifel von den weichen Umgebungen und deren Exsudat ausgefüllt, da diese Theile mit hornartiger Struktur fest auf der Knochennarbe verwachsen lagen.

scharfkantige Steine mussten so an dem Unterschenkel herniedergefahren sein, dass sie die vordere und äussere Oberfläche der Tibia von der Tuberosität bis zum letzten Drittel der Diaphyse äusserlich zersplittern konnten, so dass die Tibia förmlich gereift erschien und die Beinhaut in Lappen gerissen war. Der Verwundete wurde erst nach 18 Stunden aufgefunden; der Wundarzt glaubte weiter nichts, als einen schützenden Verband anlegen und antiphlogistisch behandeln zu müssen. Als ich den Kranken sah, war sein Zustand asthenisch und die Tibia zeigte dem Untersucher deutliche Symptome von Entzündung, deren Produkt eine geringe, aber gutartige Eiterung war. Bald darauf floss Jauche aus und der Knochen selbst wurde porös und aufgetrieben. Nach ungefähr 6 Wochen wurden einzelne Theile des nekrotischen Knochens beweglich und es zeigte sich bald, dass die ganze vordere Diaphysenhälfte der Tibia abgestorben und durch Resorption an der Demarkationslinie des Markgewebes abgestossen war. — Dieser Sequester wurde in mehren Stücken ausgezogen und es zeigte sich unter ihm eine gesunde Granulation. Es war keinem Zweifel unterworfen, die Markgefässe hatten von Innen heraus einen neuen Knochen bilden helfen. — Der Gebrauch des Gliedes kehrte ohne Beschränkung zurück und der Soldat lebte noch ungefähr drei Jahre, als er plötzlich und unerwartet als Selbstmörder seinem früheren Arzte von Neuem zur Ansicht gelangte. Durch die Güte des Arztes erhielt ich ziemlich frisch die regenerirte Tibia, welche longitudinal auseinander gesägt war. Die vordere und innere Seite derselben war sehr unregelmässig; von der gänzlich mit Knochenmasse ausgefüllten Mark-

röhre hatte sich eine schichtweise, sehr harte Kalkbildung, von Gefässkanälen durchbohrt, abgelagert und eine neue Vorderfläche der Tibia gebildet. Die äussere Superficies war sehr rauh, wie erstarrte Granulationen, aus der weichen, fibrösen Ueberlage dieser Neubildung gewissermassen eines Periosteum-Ersatzes traten mehre Knochenkerne hervor, einige gestielt, andere fest mit der Diaphyse verwachsen. Die hintere Seite der Tibia, so wie die der Fibula zugekehrte, zeigten die Spuren erhöhter, den Umfang früherer Entzündung andeutender Gefässthätigkeit; hier war in Folge stattgefundener Resorption die Knochenmasse poröser geworden und auch die Corticalschicht aufgetrieben. Die Muskelinsertionen hatten nicht gelitten, nur sollen als Produkte früherer Exsudation, bei der anatomischen Präparation und Ausschälung des Knochens, mehrfache Verwachsungen der Muskeln und des neuen Periosteums aufgefunden worden sein. Das Interessanteste bot unstreitig die Markröhre dar. Diese war in eine feste, elfenbeinharte Masse verwandelt, in welcher die Impressiones vasorum theils longitudinal laufend, theils sich gegen die nekrotische Seite neigend, gesehen werden konnten. Von der vordern Seite dieser gefüllten Markregion aus begann die neue, feste Knochenmasse schichtweise gelagert, abzugehen und den vordern neuen Diaphysentheil zu bilden. Die Apophysen sassen auf dem neuen Stücke der Art, als seien sie wie eine Kapsel daraufgelegt, sie fassten über die neue Knochensubstanz und gingen nur an der äussersten Rindenoberfläche rauh in einander über.

Dieser Fall erregte bei den oben genannten Collegen

einige Meinungsverschiedenheiten über die Möglichkeit einer Regeneration der ganzen Dicke der Corticalsubstanz durch Thätigkeit und Produktion des Markgewebes. Ich stellte für meine unbedingte Bejahung dieser Frage die Versuche von *Kortum* und *Meding* auf, welche nach Bewirkung künstlicher Nekrose der Rindensubstanz bis an das Markgewebe eine consensuelle Aufregung des letzteren und eine innere Knochenbildung beobachtet haben. — Ferner hatte ich selbst in meinen Versuchen bei Ausschneidung keilförmiger Stücke aus der Corticalsubstanz eine Ausfüllung der Lücke von der Markhöhle aus gesehen, und ausser diesen Fakten spricht schon der hohe Lebenszustand und das Gefässverhältniss des Markgewebes zur Rindengefässordnung für eine solche, von der Markparthie ausgehende Regeneration.

## §. 149.

Vierter Versuch. Nach mehren ungenügenden Experimenten unternahm ich ein Jahr später im Vereine genannter Collegen folgenden, hier näher anzugebenden Versuch, welcher durch das schönste Resultat belohnt wurde. Einem Hühnerhunde wurde die linke Schenkelröhre des Hinterbeins durch zwei entgegengesetzte Longitudinalschnitte blossgelegt; in der Strecke von 4 Zoll die Beinhaut genau abgekratzt und diese Stelle streifenweise kauterisirt, nachdem der Knochen dem Einflusse der Luft längere Zeit ausgesetzt gelassen war. Es entstand heftige Geschwulst und Eiterung, die aber am 8ten Tage fast ganz aufhörte. Was uns in früheren Versuchen nicht gelang, stellte sich hier ein, nämlich Nekrose der Corti-

calsubstanz der Diaphyse, welche wir am 15ten Tage mit allen Zeichen, welche diese Krankheit zu begleiten pflegen, eintreten sahen. Nach 3 Wochen hörte der Ausfluss von schlechtem Eiter auf, die Weichtheile lagen fest und schwer verrückbar auf dem Knochen, dessen starkes Volumen auf eine bedeutende Anschwellung desselben schliessen liess. Die fistulösen Oeffnungen vernarbten allmälig und der Hund bewegte das Bein mit grösserer Zuversicht und Sicherheit. Obgleich das Thier sehr abgemagert war, so zeigte sich doch keine Erschöpfung. Nach 4 Monaten wurde es getödtet. Alle Weichgebilde waren mit einer fibrös-knorpeligen Masse an den sehr aufgetriebenen und aufgelockerten Knochen geheftet, so dass die Sehnen dadurch ihre Insertion behalten hatten, obgleich auch die gesammten Weichtheile mit der Knochengeschwulst zusammenhingen und selbst in ihren Zwischenräumen kalkhaltigen Knorpel gezeugt hatten. Ohne weitere Untersuchung wurde der ausgeschälte Knochen macerirt. Nachdem die Maceration beendet war, erkannte man bei longitudinaler Trennung des Knochens in seiner Mittellinie Folgendes: Die ganze Corticalsubstanz des alten Knochens war locker, aufgetrieben, äusserlich mit Exostosen versehen, welche vielleicht vom Exsudat der Weichtheile gebildet und nur mechanisch auf dem weit porösen Knochen befestigt waren. Nach der Markhöhle hin hatte eine starke Aufsaugung eine entschiedene Trennung der äusseren Rinde von den die Röhre bildenden, gesund gebliebenen Schichten veranlasst und diese lebendig gebliebene Markröhre hatte einen Prozess neuer Knochenbildung begonnen, so dass man deutlich sah, wie der neue Knochen mit neuer Cortical-

substanz frei und ohne organische Verbindung in der alten, aufgelockerten Röhre steckte. Das Innere der Röhre zeigte unregelmässige, zackige Auswüchse, welche das Mark auf einigen Stellen zurückgedrängt hatten. Die alte Markröhre und ihre neue Corticalverdichtung bot sich demnach als neugebildete Diaphyse dar und die Frage, ob sich wirklich allein vom Markgewebe aus eine neue Corticalsubstanz bilden könne, war hierdurch faktisch bejaht. Die auf diese Weise gebildete Rindensubstanz bietet aber zu der normalen die Eigenthümlichkeit dar, dass ihre Gefässe aus dem Markgewebe kommen und nicht, wie im Normalzustande, ein für sich bestehendes Gefässnetz abgeben. Eine spätere neue Periosteumbildung zeigt gewöhnlich nur eine schwache und ganz oberflächliche Gefässausbreitung. Mehre andere Versuche haben zugleich bewiesen, dass nach Zerstörung des Periosteums nicht immer die äusseren Rindenlamellen absterben, sondern dass diese von den Weichtheilen aus, unter Bildung einer neuen, fibrösen Membran mit Gefässen versorgt werden, nachdem nur eine geringe Auflockerung Statt gefunden hatte. Niemals kann man aber sagen, dass eine von Periosteum entblösste Corticallamelle von den Gefässen des Markgewebes ernährt werden könne; dieses ist aus dem Grunde dieser Gefässverbreitung ganz unmöglich. Die Gefässe des Medullargewebes anastomosiren mit denen, welche vom Periosteum eindringen, gar nicht oder doch sehr ungenügend und die Medullargefässe können eher durch Verdichtung ihrer, der Höhle zunächst liegenden Schicht und durch neue Kalkbildung nach Aussen, ganz neue Knochenrinde veranlassen, als über ihr organisches Gebiet hinaus nutritiven Einfluss

ausüben. — In einem mir von Freundeshand mitgetheilten Falle, wo eine wirkliche Ernährung und Aufsaugung der Rinde durch die Gefässe des Markgewebes Statt gefunden habe, muss eine organische Variante der Gefässvertheilung diese Curiosität vermittelt haben. —

b. *Findet bei Zerstörung des Markgewebes Wiederersatz einer Diaphyse allein durch das Periosteum Statt?*

§. 150.

Diese Frage ist eigentlich ohne besondern Werth der Hauptsatz aller Controverse über Knochenregeneration gewesen. Hat das Periosteum wesentlichen Antheil an der Callusbildung oder kann auch ohne Beinhaut der Knochen regenerirt werden? Ich antworte: das Periosteum ist nicht das Bildungsorgan des Knochens und desshalb auch nicht des Callus und regenerirten Gewebes. *Troja's* *) erste Versuche leiteten zuerst auf den Gedanken einer Anschwellung und Verknöcherung der Beinhaut mittelst gallertartigen Exsudates, eine Ansicht, die *Chopart* **) theilte, aber in *David's* ***) Erklärung, als „schwelle das Periosteum an, weil es dem abgestorbenen Knochentheile keine Säfte mehr zuführe und als gehe aus dieser Verdickung und verdichtenden Uebersättigung allmälig der neue Knochen hervor“ — zu ganz unrichtigen

*) a. a. O. Tab. I. Fig. 6.

**) *de necrosi ossium*, 1786.

***) *Observations sur une maladie des os. etc.* 1782.

Anschauungen führte. Wenn die Beinhaut das Bildungsorgan wäre, so müssten auch die runden Knochen dadurch restituirt werden können, was aber nicht der Fall ist. *Russel**) schon sah die Ueberschätzung der Beinhaut ein und widerlegte eifrig die, welche dieselbe zur Knochenerzeugung als durchaus nöthig anerkennen wollten. Aber *Russel* sowohl, wie *Elsholz***) wollen die aus der Knochensubstanz selbst hervorgehenden, zur neuen Bildung dienenden Granulationen als die einzig wahrscheinliche Wiederersetzung bei Zerstörung des Periosteums halten, ohne auf die Beihülfe anderer Gebilde zu achten, die doch, wie eigene Beobachtungen ferner bestätigen sollen, nicht ohne grosse Bedeutung ist. Erst als man nach *Macdonald's* Versuchen***) anerkannte, dass der Prozess der Regeneration mit den physiologischen Momenten primärer Knochenbildung zusammenfalle, konnte man richtiger den vielfach erklärten Gegenstand würdigen. Aber auch *Macdonald* legte auf die Integrität der Knochenhaut zu grossen Werth und lässt verlorenes Periosteum zuvor durch Zellgewebe und Exsudat wieder ersetzt werden, ehe die neue Bildung vor sich gehen solle.

## §. 151.

Wenn wir zwischen Beinhaut und Knochen, so wie es *Cruveilhier*****) that, einen fremden Körper appliziren,

---

*) *Practical Essay on a certain Disease of the bones etc.* 1794.

**) a. a. O. p. 38. 41. etc.

***) a. a. O. p. 39.

****) a. a. O. S. 30. 33. etc.

so sehen wir diesen nach wenigen Wochen mit einer knorpeligen, oft knöchernen Masse überzogen, der weiter nichts ist, als Bildung aus den Gefässen der Beinhaut. Dieses erklärt aber weiter nicht, dass auf andere Weise keine Knochensubstanz geschaffen werden könne. Im Gegentheile finden wir auch als Produkt der weichen, umgebenden Theile, eine Knochenabsetzung oberhalb eines Leinwandstreifens, den man nach Abschabung der Beinhaut um den Knochen wickelte, um diesen von den Weichgebilden zu trennen. Die örtliche Metamorphose des Blutes in den Gefässen der Beinhaut hat einmal die Richtung zur Ossifikation und es wird desswegen das ergossene Plasma weit eher zur Knorpelzelle und zum gesäuerten Kalke sich umbilden, als vielleicht zum Fett oder zur Kohle. Nach jeder nicht zu heftigen Verwundung der äusseren Knochenfläche sah ich fast immer nur Resorption und Fortbildung im Knochengewebe, höchst selten Nekrose. Der Rindentheil nimmt dabei oft am Volumen ab, während bei gänzlicher Zerstörung eines Theils Corticalsubstanz, wie in meinen Versuchen I und II, zugleich im Markgewebe neue Bildung und Verdichtung eintritt. Bei allen Versuchen, welche ich unternahm, um die Veränderungen des Knochens nach Abschabung des Periosteums zu beobachten, habe ich stets gefunden, dass die umgebenden Weichgebilde sich mit einem in fibröse und cartilaginöse Substanz verwandelnden Exsudate fest an den Knochen legen, dass kein neues Periosteum wiedererzeugt wird, wenn es in grosser Strecke abgeschabt wurde, und dass von diesen exsudativen Umgebungen aus eine höckrige, unregelmässige Absetzung von Knochensubstanz

ausgeht, auf welcher sich später fibröse Ueberzüge bilden.

§. 152.

Alle hier, ihrer Mehrzahl wegen nur angedeutete Experimente haben mir folgenden Satz zur Gewissheit gemacht: „Die äussere Schicht der Corticalsubstanz, welche bei Necrosis interna gesund stehen bleibt, kann fast *immer* aus sich heraus (und zwar *nicht* durch Anschwellung, Ausdehnung und Ablagerung, sondern durch wirkliche Katamorphose und Neubildung) der Boden der Restitution werden. — Diese Rinde wird aber in Folge der Resorption oft nur aufgelockert, erweicht, und dann geht die neue Knochenentwicklung bei centraler Nekrose von der Beinhaut aus, sobald diese unverletzt über der äussersten Corticalschicht bleibt. In diesem Falle wird zunächst die gesund gebliebene, unterliegende und anfänglich durch Resorption erweichte Knochenrindenschicht von Neuem organisirt und mit der anschiessenden neuen Knochenkrystallisation verbunden. Dagegen geschieht es auch, dass die stehengebliebene Rindenschicht immer mehr von ihrem Kalke verliert, Knorpel und endlich wirkliche Gallerte wird, neu gebildete Gallerte aufnimmt und nun Gefässbüschel zeigt, in denen an mehren Stellen Ossifikationskerne entstehen. In solchen Fällen scheint in der That diese äussere Rindenschicht bei ihrer Rückbildung eine le-

bendige Matrix für die neue Knochenbildung zu sein und das Periosteum keine höhere Bedeutung als eine gefässzuleitende Membran zu haben*). Ist aber die Beinhaut selbst verletzt, unfähig und mangelnd, dann ersetzen die weichen Theile der Umgebung mittelst ihres inflammatorisch-exsudativen Zustandes das fehlende Periosteum und bilden einen, freilich oft sehr rauhen und höckrigen Ersatz, wenn die Necrosis central oder total war, dagegen geht auch, wie früher an Thatsachen bewiesen wurde, eine Restitution von dem Markgewebe aus, wenn die Corticalsubstanz des Knochens nekrotisch, das Periosteum externum zerrissen und entfernt oder auch die Weichtheile zur Aushülfe ausser Stande sind. Im Allgemeinen gilt aber von der Beinhaut der Satz, dass ihre ganze Bedeutung in ihrer Gefässvermittlung liegt. Es ist kein Grund vorhanden zu behaupten, dass diese Bildungsgefässe nur innerhalb des Bereiches der Beinhaut auf Neubildung Einfluss haben sollten, sie müssen im Gegentheil innerhalb der Corticalsubstanz, als ihres eigentlichen Bodens, erst recht bildsam werden und hier nicht nur Plasma zum neuen Knochen metamorphosiren lassen, sondern auch durch Endosmose die Corticalmasse katamorphotisch zu Gallerte rückgängig werden lassen können. Wenn man behaupten will, das Periosteum trenne sich von der Rindenlamelle, um neue Knochensubstanz zu erzeugen, welche die stehengebliebene äussere Rinde mit

*) Geleugnet haben dieses neuerlich *Meding* und *Kortum*, früher *Macdonald* und seine Anhänger.

anschliessen lasse, so heisst dieses, doch zugleich, dass die sich trennende Beinhaut, gerade weil sie die Gefässträgerin ist, der darunterliegenden Rinde alle Ernährung raube und es müsste daher die Regeneration nach *Meding's* und *Kortum's* Ansichten jede Central-Nekrose in eine Total-Nekrose ausdehnen. — Ich habe aber mehre Knochen gesehen, in denen die Nekrose der Markhöhle einen Sequester gebildet hatte, welcher von der äusseren gesunden und fortgebildeten, sich verdickenden Rindensubstanz eingeschlossen war.

§. 153.

Fünfter Versuch. Um bei einer künstlich verursachten Necrosis centralis sichere Erfahrungen über das Verhalten der aussen stehengebliebenen Corticalschicht nebst Periosteum zu erhalten, repetirte ich die Methode früherer Experimentatoren, indem ich die Knochen anbohrte und in die Markhöhle einen glühenden Draht schob. Von vierzehn ganz übereinstimmend eingeleiteten Versuchen zeigten mir 9 eine Regeneration von der Corticalschicht aus beginnend, während die übrigen fünf Exemplare auf spezifischeres Vorwalten der Periosteum-Thätigkeit hinwiesen. Die Versuche machte ich theils an Tauben, Krähen, Hühnern und jungen Katzen. Unter den 9 vorhin bezeichneten Individuen befanden sich 4 Tauben, 2 Mantelkrähen, 1 Huhn und 2 Katzen. Bei den letzteren hatte ich die Brachialröhre gewählt. Sämmtliche Thiere wurden an einem Tage mit Hülfe des Studiosus Herrn *Hartmann* angebohrt und kauterisirt und darauf in verschiedenen Zeiträumen nach einander getödtet. Das dabei geführte Tagebuch giebt folgende Thatsachen an:

N. 1. Taube. — Nach 8 Tagen. Geschwulst der Weichtheile mit plasmatischem Exsudat. Das Periosteum lag sehr fest auf dem Knochen, zeigte starke Gefässnetze und war blutig blau gefärbt. Die Necrosis centralis war gebildet, doch war noch keine markirte Trennung des Todten und Lebendigen zu erkennen. Die Corticallamellen unter der Beinhaut erschienen weich und an einigen Stellen der Diploë ähnlich.

N. 2. Taube. — Nach 9 Tagen. Unbedeutende Geschwulst der weichen Theile; ergossenes Exsudat, welches faserig erschien und die schlaffen Muskeln bandartig an den Knochen heftete. Das Periosteum war aufgelokkert, vom Knochen getrennt und die in die äussere Schicht eindringenden Gefässe waren von fibrösen Bildungen umgeben. Hier und da deutliche Gefässhaufen mit Kalkablagerungen. Die centrale Nekrose war durch schwammartiges, röthlich gefärbtes Gewebe von dem lebenden Rindentheile markirt.

N. 3. Huhn. — Nach 10 Tagen. Hier lag das Periosteum locker und gefässreich auf der Rinde. Diese war erweicht, rauh, knorpelartig, an den tiefern Schichten dagegen noch schwammartig hart. Zwischen Sequester und Rindentheil war geronnenes Plasma, in welchem sich ein röthlicher Schimmer zeigte.

N. 4. Taube. — Nach 10 Tagen. Hier war der Prozess weiter vorgerückt und ausserordentlich instructiv. Die zunächst der Beinhaut gelegene Corticalschicht war hart und weiss, darunter aber befand sich die Substanz im Zustande völliger Gallerte, welche von Gefässen organisirt war und den Uebergang des gallertartigen Plasma

zu Zellenform und Kalkkrystallisation deutlich erkennen liess. Auf der Uebergangsstelle sprossten Granulationen von lebhaftem Aussehen. Ganz nahe am Sequester schien der entzündliche Zustand für Produktion zu gering geworden zu sein und nur die Aufsaugung vorzuherrschen. Hier zeigte sich ein bröckliches, diploëartiges Gewebe, welches den Sequester einschloss.

N. 5. Krähe. — Nach 16 Tagen. Von Erweichung der äusseren Lamelle war nichts zu entdecken; zwischen Sequester und Rinde befand sich ein neues, gefässreiches Periosteum internum, welches den neuen, porösen Knochenersatz bedeckte und viele Gefässe in sein Gewebe sendete. Die alte Knochenrinde schien unverändert und mechanisch mit dem neuen Produkte verbunden. Der Sequester war stark resorbirt und rauh, während das äussere Periosteum mit unregelmässigen Verknöcherungen bedeckt war, die in fibröse Pseudomembranen übergingen und zwischen den Muskeln sich verloren.

N. 6. Krähe. — Nach 17 Tagen. Spuren grosser entzündlicher Thätigkeit in der Corticalschicht. Grösseres Volumen der Diaphyse; kein Unterschied zwischen alter und neuer Substanz, welche als zellige, aber erstarrte und gefässreiche Masse in einander überging. Lücke zwischen Sequester und Rinde mit deutlichen Spuren der Resorption.

N. 7. Katze. — Nach 17 Tagen. Der Versuch, eine Necrosis centralis hervorzubringen, war nicht ganz erfüllt; es war allerdings Zersetzungs-Eiterung in der Markhöhle eingetreten, aber ihr musste bald Resorption, produktive Entzündung und Granulation gefolgt sein, denn

die Knochenmitte war unregelmässig verknöchert wie eine Menge kleiner Exostosen. Die Corticalschicht war ziemlich unverändert geblieben. —

N. 8. und N. 9. Zwei Tauben. — Nach 17 Tagen. Die Erscheinungen waren an beiden gleich, nämlich Veränderung der Knochenoberfläche, welche anstatt gefasert, glatt und von bestimmter anatomischer Form zu sein, eine eigenthümlich dichte, elfenbeinharte Textur angenommen hatte, an einzelnen Stellen stärker entwickelt, an andern vertieft war, ohne höckrig zu sein. Das Profil der Rinde war von ganz gleicher Beschaffenheit und mit dem einliegenden Sequester in gar keiner organischen Verbindung. Nirgends excrescenzähnliche, blätterige Stellen; es scheint die Knochenhaut mechanisch zu verhindern, dass die Kalk- und Knochenbildung nach Aussen nicht exorbitirt. Letzteres ist der Fall bei Regeneration ohne Beinhaut, mittelst Exsudation der umgebenden Weichtheile.

N. 10. Katze. — Nach 17 Tagen. Es hatte Eiterung Statt gefunden. Der Sequester hatte sich gänzlich getrennt und zwei Durchgangsöffnungen gebildet. (Diese sogenannten Cloacae (nach *Weidmann*) entstehen nicht, wie *Troja* glaubt, in Folge eines Ossifikationshindernisses, auch können sie nicht vom Eiter bedingt sein, welcher nach *David* das Periosteum an einzelnen Stellen durchlöchern und daher auch stellenweise die Matrix der Verknöcherung aufheben soll; dasselbe glaubt *Köler* und andere Aerzte lassen uns ganz über die physiologische Entstehung der Cloacae im Zweifel oder kommen, wie *Kortum*, auf den Abscessprocess der Weichgebilde zurück,

namentlich beruft sich dieser desshalb auf die Eiterung *), weil bei Vogeln die Cloacae mit der Eiterung im Knochen fehlen. Man erlaube mir, bei dieser Gelegenheit meine eigenen Erfahrungen über die Bildung der Cloacae einzuschalten. Diese verhält sich zweifach, je nachdem eine centrale oder totale Nekrose vorhanden ist. Ganz mit *A. L. Richter's* Erfahrung übereinstimmend, gewahrt man an dem Sequester an mehren Stellen glatte, feste, etwas erhabene Flächen, welche der innern, todten Knochenrinde angehören und denen jedesmal eine Cloakenöffnung im neugebildeten Rindentheile correspondirt. An allen nicht glatten, unter den Cloaken liegenden Stellen findet sich der Sequester rauh, angefressen und zeigt die Spuren, dass sich hier das Todte und Lebendige getrennt habe. Dieses konnte nicht der Fall mit den glattgebliebenen Stellen sein, deren Form genau mit der Cloakenform congruent ist. Es war also hier ein theilweises Absterben der Rindensubstanz durch die ganze Dicke eingetreten, die auch die Oberfläche der Röhre mit in das Bereich des Sequesters gezogen und mithin den superfiziellen Boden der neuen Bildung mit fortgenommen hatte. Die zweite Art dieser Bildung wird durch die Form einer Total-Nekrose bedingt. Die Ursache liegt in den Weichgebilden, die den neuen Knochen entstehen lassen sollen. Neben der Eiterung herrscht fortwährend Resorption, woher es kommt, dass immer ein Theil des älteren und neueren Gebildes wieder aufgesogen wird. Wo die Resorption überwiegt, da wird allmälig Substanz-

*) a. a. O. pag. 32.

verlust bemerkt, wo die Granulationseiterung überwiegt, da findet Neigung zu Ueberwucherung Statt. Bei einem Abscesse wird die bedeckende Haut resorbirt, um dem Eiter, welcher durch seinen Druck die Aufsaugung begünstigt, Ausgang zu gewähren, bei der Totalnekrose wird ebenfalls an verschiedenen Theilen das den Sequester umgebende Weichgebilde resorbirt, an diesen Durchbruchsstellen kann die Knochenbildung aus Gallerte nicht vor sich gehen, es bleibt hier ein Defekt, bis später nach Entfernung des Sequesters auch hier Erguss von Plasma und Knochenkrystallisation ausgleichend eintritt. So viel über die Bildung der Cloaken.)

Bei näherer Untersuchung des vorliegenden Falles zeigte sich das Periosteum fest anliegend auf dem Knochen, dessen Rindensubstanz deutlich verrieth, dass sie aus dem ältern stehengebliebenen Röhrentheile hervorgegangen sei. Man bemerkte ein zellen- und warzenförmiges Gewebe von vielen Gefässen durchzogen, welche den jungen und alten Rindentheil röthlich marmorirten. Hier war offenbar eine Erweichung und Granulation innerhalb der stehengebliebenen Rinde eingetreten, man gewahrte nichts von alter und neuer, härterer und poröserer Schicht, eine Homogenität in der Basis dieser Fortbildung war augenscheinlich.

N. 11. und 12. Katze und Krähe. — Nach 19 Tagen. Beide Exemplare gaben den evidenten Beweis von der Entzündung und Fortbildungsfähigkeit der älteren, sich vom Sequester trennenden Corticalröhre; bei Nr. 11. war das Periosteum ausserordentlich verdickt, von Gefässnetzen stark durchzogen. Der neue Knochen bot eine

zweifache Profilansicht dar. Die untere Lage war porös, sie war ehemals die der Beinhaut zunächst gelegene Schicht gewesen und hatte von den Gefässen der Beinhaut unterstützt sich erweicht und nun unter den Formen organischer Bildung durch Granulation die neue Knochenmasse oben aufgesetzt. Hier war harte Masse gebildet, sicherlich, weil die Beinhaut unter Verlängerung ihrer Gefässe immer weiter nach Aussen gedrängt und von der alten Lamelle durch die neu entstehende Schicht entfernt wurde. Daher blieb die Produktivität überwiegend in der neuen Schicht, während in der alten der Resorptionsprozess jene Porosität veranlasst hatte. In Nr. 12. konnte man alte und neue Schicht durch Gefässe organisch verbunden sehen und zwar durfte hier von einer Ausdehnung, Anschwellung und Verdickung der alten Corticalsubstanz um so weniger die Rede sein, als hier noch deutliche Granulationen und einzelne Ossifikationspunkte gesehen werden konnten, welche dicht unter dem abgerissenen Periosteum lagen und die Gefässe umgaben. Hier war der Knochen noch in seiner räumlichen Entwicklung begriffen, eine Retardation, die jedenfalls durch unbekannte, organische Zustände des Thieres verursacht war, denn nach allen später gemachten Versuchen über die Dauer des Regenerationsprozesses fand ich *Troja's* Angaben häufig bestätigt, wonach bei Vögeln schon zwischen 8—10 Tagen, bei Katzen und Hunden schon zwischen 9—12 Tagen die Regeneration den Verknöcherungsprozess begonnen hat und man bereits wirkliche Knochenmasse findet.

N. 13. und 14. boten nichts für unsere Zwecke dar. Bei dem einen Thiere, einer Katze, war Necrosis totalis

eingetreten und die Weichtheile lagen nach 20 Tagen fest auf dem den Sequester umgebenden neuen, sehr höckrigen und blättrigern Gebilde; bei dem andern Thiere, einem Hühnchen, zeigte das Periosteum eine lebhafte Produktion neuer Masse, aber diese lag nur mechanisch auf der ältern, sehr resorbirten Rinde.

§. 154.

Aus allen diesen Versuchen geht nun hervor, dass in den meisten Fällen die neue Knochenbildung bei Zerstörung des Markgewebes und stehengebliebener äusserster Rinde, gerade durch Rück-, Neu- und Fortbildung dieser Rinde eingeleitet werde. Hierfür sprechen die Fakta N. 1. 3. 4. 6. 8. 9. 10. 11. 12. (Auch *Troja's* letzte Versuche, die weniger bekannt wurden *), sprechen bestimmt dafür.)

c. *Wie wird ein Knochen wieder erzeugt bei Zerstörung des Markes und der Beinhaut?*

§. 155.

Zur Beantwortung dieser Frage bedarf es eigentlich nach den Versuchen der Vorgänger keiner ferneren Prüfung und Beobachtung mehr, da das Faktum des Wiedererzeugens durch die umgebenden weichen Theile von allen denjenigen neueren Fachgenossen anerkannt

---

*) *Osservazioni ed experimenti sulle ossa, in supplemento ad un Opera sulla rigenerazione delle ossa, impressa nel* 1775 *e nel* 1779. *Napoli,* 1814.

wird, welche nur irgend mit eigenen Augen gesehen haben. Nur die Anhänger *Brun's* (welcher überhaupt Regeneration leugnet und nur partielles Absterben und Anschwellung des Lebendgebliebenen gelten lassen will) und zu denen auch *Bell* und *Himly* gerechnet werden müssen, können nicht ohne Periosteum eine Bildung neuer Knochenmasse anerkennen. Nur in seltenen Fällen kann man das Periosteum als alleinigen Erzeuger neuer Knochensubstanz darstellen, die Beinhaut verliert sehr häufig in Folge von Metastasen, von Ursachen, welche Nekrose hervorrufen etc., den Grad ihrer Vitalität, um noch ferner die Fähigkeit zu einer lebenvollen Matrix der Knochenregeneration zu behalten. Es ist ja bekannt, wie oft consensuelle Erscheinungen das Leben jener fibrösen Gefässhaut umstimmen und doch dabei eine kräftige Knochenentwicklung Statt findet.

§. 156.

Wie auf der einen Seite bei völliger Zerstörung des Periosteum, z. B. bei keilförmigen Aussägungen des Knochens (Versuch I und II), die neue Bildung durch das Markgewebe vermittelt wird, so giebt es auch bei gleichzeitiger Zerstörung der Tela medullaris noch Mittel zur Restitution, wie z. B. *Whyte* *) an Thatsachen bestätigt, wo nach Excision grösserer Knochenstücke vollkommener Ersatz Statt fand. Die Vermittlung dieser Neubildung kann daher nur in den Weichgebilden liegen. Ganze

---

*) Philos. Transact. 1768. *Gräfe's* und *Walther's* Journal, Bd. III. Seite 256. (Regener. d. Humerus.)

Diaphysen sterben ab und werden, freilich nicht so regelmässig wie früher, und häufig ohne Beinhaut und Medullargewebe wieder erzeugt und schon die ältern Beobachter, wie *Siegwart**), *Rosen***), *Frambesar****), *Blaire*****), *Mackenzie*†), *Weidmann*††), und einige Andere, so wie ganz neuerlich noch *Thormann*†††) (an einer Maxilla) und ich selbst (an dem Diaphysentheile der Tibia und an einer Scapula) konnten dergleichen Fälle aufzeichnen.

## §. 157.

Zu jeder Regeneration gehört ein Vorhandensein von Gefässen. Wo Medullargewebe und Beinhaut diese nicht herleihen können, da bieten stellvertretend die umgebenden weichen Gebilde, vermöge einer reaktionellen Thätigkeit, ihre Blutgefässe dar. Wo gefässreiche Umgebungen sind, da zeigt sich auch das Periosteum stärker durchwebt und an keinen Knochen sieht man so gefässarme Beinhäute, als an den runden, platten, von keinen Muskeln umgebenen Skelettheilen. Desshalb findet auch bei ihnen so schwer ein regenerativer Prozess Statt, und wo er z. B. an breiten Knochen, wie an der Scapula gesehen wurde, da erkennen wir auch zugleich die fleischige,

---

*) *Weiz.* Auszüge, Bd. II. 1770. (Regener. d. Oberarms.)

**) *Compendium anat.* (Reg. d. Brachium.) II. p. 325.

***) *Can. et. observat. p.* 325. (Brachium.)

****) *Miscellanea. p.* 120. (Brachium.)

†) *Medical observat. and inquiries. V. II. p.* 299. (Femur.)

††) *De necrosi. Tab.* 14. *Fig.* 12. (Maxilla.) *Taf.* 9. *Fig.* 1. (Brachium.)

†††) *Gräfe's* und *Walther's* Journal. Bd. XXX. Heft 2.

blut- und gefässreiche Umgebung. Plasma muss ergossen werden, wo Produktion geschehen soll; die Entzündung ist ein Akt zum Vorherrschendmachen dieser basischen Thiersubstanz und nur Gefässe führen exosmotisch das Plasma in die Perenchyme. Wie oft müssen die umgebenden weichen Theile bei complizirten Frakturen, wo die Beinhaut in Lappen zerrissen und das Markgewebe in seiner Vitalität bedeutend herabgedrückt ist, durch ihre reaktionelle Entzündung und Exsudation den Callus bilden und wie schwer und spät gingen doch die Beobachter von der vorgefassten Meinung ab, „dass das Periosteum unumgänglich nöthig sei, wenn Regeneration Statt finden müsse und dass sich bei grossen Zerstörungen doch zunächst aus dem Exsudate eine neue Knochenhaut bilde, ehe die Reproduktion möglich werde.“ Selbst Beobachter, welche die Beinhaut als Bildungsorgan des Knochens betrachten, fanden bei ihren Versuchen Bildungen, für welche sie eine Beinhaut extra sich erzeugen liessen, ohne auf den Gefäss- und Entzündungszustand der weichen Theile Rücksicht zu nehmen, den sie allerdings erkannten, aber nur als untergeordnetes Moment ansahen. Hierher gehören *Köler's*, *Macdonald's*, *Charmeil's*, *Kortum's* und *Meding's* (vergl. die angezeigten Werke) Berichte über ihre Experimente.

§. 158.

Sechster Versuch. Um einige Präparate gänzlich neu erzeugter Knochen zu besitzen, machte ich drei Experimente, wobei ich bei jungen Tauben nach *Charmeil's* und *Meding's*, so wie *Kortum's* besserer Methode

ohne Amputation, das Mark und Periosteum der oberen Extremitätröhren zerstörte. Fünf Stunden nach der Operation zeigte sich Entzündungs-Geschwulst, welche am andern Tage fluktuirte. Plasma hatte sich so stark ergossen, dass die sämmtlichen weichen Theile davon durchdrungen waren und dieses Plasma, anfangs eistoffig gelb, verdichtete sich gerinnend und Gefässe verrathend, zu einer röthlichen gallertartigen Substanz, welche alle Weichgebilde fest auf dem absterbenden Knochen befestigte. Am 7ten bis 10ten Tage waren die geronnenen (gährenden) Bläschen des Exsudates zur Knorpelsubstanz verdichtet und am 10ten bis 12ten Tage bereits Ossifikationsprozesse im Fortgange, womit allmälig die Geschwulst fiel. Nach 6 Wochen wurden die Knochen, welche ihre Funktion ziemlich wieder verrichten konnten, untersucht und man fand, dass die neugebildete Röhre äusserlich mit den Weichtheilen verwachsen war und diese selbst von fibrösen Bandstreifen festgehalten wurde. Nach der Maceration sah man eine unebene, rauhe, papillenförmige Knochenoberfläche, dagegen zeigte ein Profilschnitt des Knochens, dass die neue Substanz sehr hart und weiss war, weniger Faserung als ein gewöhnlicher Normalknochen hatte, dagegen nach Innen sehr glatt und mit einem gefässreichen Periosteum internum bekleidet war. Der Sequester lag in der neuen Höhle eingeschlossen. Die neue Bildung umschloss wie eine Kapsel die alten, stehengebliebenen Endstücke des Röhrenknochens.

§. 159.

Mehre andere, ähnlich unternommene Versuche bei Erzeugung einer Necrosis totalis bestätigten vollends die

richtige Erkennung des Prozesses, welchen die Natur zur Neubildung einschlägt. Die Entzündung in den umgebenden Weichtheilen ruft den Erguss einer grossen Menge parenchymatöser Bildungsflüssigkeit hervor, welche gerinnend, die weichen Gebilde an dem alten Knochen festhält und zwischen Sequester und Weichtheilen eine gallertartige Masse bildet. Im gleichen Grade, in welchem die nekrotische Diaphyse sich aus ihrer organischen Verbindung trennt, verdichtet sich diese neu ergossene Masse und nimmt immer mehr den Charakter des zelliggebauten Knorpels an. Die Knorpelkörper reihen sich von einzelnen Mittelpunkten aus und gehen ganz richtig den Prozess durch, den wir in *Valentin's* Entwicklungsgeschichte, Seite 261 beschrieben finden. Diese Verhärtung und nachherige Durchdringung mit Knochenerde umfasst die stehengebliebenen Epiphysenenden, wie ein Bouteillenhals den Pfropf, so dass, wie auch noch neuerdings *Miescher* *) bestätigt hat, die Ossifikation immer zuerst an den Knochenstücken und zwar in kleiner Entfernung hinter dem Stumpfe beginnt und den Epiphysenstumpf umfasst. Zwischen den Stümpfen wird ebenfalls die Verknöcherung begünstigt, immer aber zeigt sich die neugebildete Röhre sehr massig und plump, die innere Oberfläche dagegen glatt, membranös und der Sequester ist immer (mit Ausnahme bei längerer, schleichender Entzündung) glatt und ohne Defekt. Mann erkennt am neugebildeten Knochen unter dem Mikroskope keine ordentliche Faserung, sondern gewöhnlich eine diploëartige, blättrigzellige Struktur,

*) a. a. O.

wie man sie nie findet, wenn das Periosteum stehen blieb. Dann ist gewöhnlich die neue Substanz glatt und härter.

### d. *Wachsen die Stümpfe der Epiphysen näher aneinander?*

§. 160.

Bei der Reproduktion ganzer Diaphysen hat man die Frage aufgestellt, ob nicht die Stümpfe der stehengebliebenen Epiphysen sich im wahren Sinne des Wortes wachsend verlängern und so als neue Diaphyse zusammenstossen könnten.

Bekanntlich schnitt *Charmeil**) bei acht Tauben zwischen den Epiphysen einen Theil des Brachium von 30 Millimetres Länge heraus. Er will darauf ein Schliessen der Markhöhle und ein wachsendes Annähern beider Stümpfe bis zur völligen, nach 30 Tagen vollbrachten Verwachsung gesehen haben. Nur einmal fand er zwei von Knochenmasse eingekapselte Blutklumpen. *Meding* erklärt, einen ähnlichen Versuch mit gleichem Resultate gemacht zu haben. Ich indessen gestehe mit *Scarpa***) ein, dass mir dieser Regenerationsprozess niemals geglückt ist und dass ich ihn bei allen stärkern Resektionszwischenräumen der Diaphysen bezweifeln muss. Auch *Kortum* hatte 8 Linien aus dem Knochen geschnitten, um den Versuch *Charmeil's* zu prüfen, er suchte durch einen in die Markhöhle geführten Stab die Epiphysen in gehö-

---

*) a. a. O. Seite 333. Pl. II. Fig. 7. 8. 11.

**) *de anatome et pathologia ossium commentarii*, 1827.

riger Lage zu erhalten, aber, wie man hätte erwarten können, starb das Thier an den Folgen dieses eingreifenden Verfahrens. Dennoch waren schon am 4ten Tage Regenerationsrudimente gesehen.

§. 161.

Siebenter Versuch. Ich habe mehremale Versuche über die Fortwachsung der Epiphysen und ihrer Stümpfe angestellt, aber immer nur folgende Fakta erhalten. — Ist eine Diaphyse einfach durchsägt, so dass die Trennungsbreite ungefähr 1 bis 2 Linien beträgt, dann allerdings stossen die Bildungsvorgänge an beiden Fragmenten zusammen und es geschieht gewissermassen ein Fortwachsen des Stumpfes. Jede weitere Trennung der Fragmente, namentlich eine solche von mehr als 8 Linien trifft niemals zusammen. Wenn nämlich die Exsudation Statt findet, so ergiessen Beinhaut und weiche Theile rings um die Stelle, wo die Continuitätunterbrechung geschehen ist, plastische Urflüssigkeit und zugleich tritt eine ähnliche Substanz aus der Schnittfläche des Markgewebes. Nachdem die entzündliche Reaktion eingetreten ist, bemerkt man an den Stümpfen in Folge wirksamer Resorption eine Auflockerung, knorpelähnliche Erweichung und Abnahme des Umfanges, namentlich in der Randgegend, wodurch das Fragment konisch wird und die Lücke anfänglich noch spatiöser erscheint. Hat die Knochenschnittfläche einen bestimmten Erweichungsgrad erreicht, alsdann spriessen Granulationen hervor, die die Markhöhle verstopfen und etwas vordrängen. Dieses geschieht, nachdem in dem äusseren Exsudat bereits die Ossifikation be-

ginnt, welche nicht an den Fragmentenden, sondern immer etwas dahinter ihren Anfang nimmt. Daher kommt es auch, dass die Fragmente wie konische Stöpsel auf Flaschen, in beide Callusenden eingeschoben erscheinen. Wo ich einmal 8 Linien Substanz ausgesägt hatte, da bildeten die Fragmente unregelmässige Zacken, als Folge starken Reproduktionsstrebens und gleichzeitigen starken Resorptionsprozesses im Knochen selbst.

Diese Versuche machte ich der Art, dass ich das durchsägte Glied ohne irgend eine Unterstützung liegen liess, bis Geschwulst eingetreten war. Die Thiere bewegen sich doch nicht, wenn sie gleich in einen finstern Raum gesetzt werden. Dann goss ich das Glied an der Wundstelle in Gyps, den ich nach Belieben mit Zugangsöffnungen versehen konnte, so dass oft nur einige Ringe und Streifen stehen blieben, die sehr haltbar sind und das Verrücken der Knochenfragmente verhindern. Legt man den Gyps gleich an das Glied, so wird die Wunde leicht brandig. Nach späterer Maceration einiger dieser Knochen fand ich, dass in den gewöhnlichen Fällen auch die der Verwundung zunächst gelegene Markhöhle von neuer Knochenmasse ausgefüllt war; doch ist dieses nicht allgemein und scheint sich auch, wie später angezeigt werden darf, wieder durch Resorption zu verlieren. Man kann sich aber das bis auf einen gewissen Grad Statt findende Fortwachsen der Epiphysenstümpfe nicht so vorstellen, als übten die Knochenenden durch ihre Gegenwart eine Art von Assimilation auf das von anderswo ergossene, zwischen die Fragmente getretene Exsudat aus. So glaube ich, erklärt *Müller* das Verlängern der Enden

und im Grunde stände solcher Anbildungsprozess mit dem Anschiessen krystallinischer Bildung aus dem Wasser auf einer Linie. Wenn der, von den Chirurgen so genannte provisorische Callus im Entstehen ist, bemerkt man schon eine Resorption an den, ihre Schärfe verlierenden Stümpfen, dieselben erweichen und aus ihnen, namentlich dem Markgewebe, ergiesst sich eistoffige, gerinnende und gefärbte Bildungsflüssigkeit. Während der äussere Callus zu ossifiziren beginnt, geht auch eine Verknöcherung zwischen beiden Punkten vor sich, mit gleichzeitiger Fortbildung des Stumpfes von der Längenachse aus und sichtbarer Resorption im Umfange. Desshalb sieht man auch diesen sogenannten definitiven Callus, den man als eine weissere, glatte Lage von dem einschliessenden provisorischen und zellig-blättrigen Callus unterscheiden kann, von beiden Fragmenten aus konisch sich nähern oder vereinigen, sobald das verlorene Zwischenstück gering war. Stehen die Fragmente zu weit auseinander, dann findet man oft nur eine fibröse oder cartilaginöse Verbindung, gewöhnlich in ligamentöser Form. Bei kleineren Trennungen verwachsen beide Fragmente genau miteinander. Nach schon vollendeter Erstarrung herrscht aber immer Bewegung in der Masse fort, das Produktive, gewissermassen erschöpft, hält nicht mehr adäquate Thätigkeit mit der Resorption und diese verkleinert daher den Umfang der neuen Bildung und saugt die geschlossene Markhöhle bis auf kleine Scheidewände auf, die aber ebenfalls verschwinden können. Dass aber auch diese Unterbrechung innerhalb des Markgewebes gänzlich in den normalen Zustand zurückgeführt werden kann,

darüber möge sich die folgende Frage durch einige Beispiele aussprechen.

### e. *Wird das Mark und die Markhöhle in regenerirten Knochen wiedergebildet?*

§. 162.

Bei gewöhnlichen, einfachen Frakturen, namentlich, wenn sie am Skelet jugendlicher Subjekte Statt fanden, hat man nach Jahren eine vollständige Markhöhle gefunden. Es muss in solchem Prozesse die Resorption aller Röhrenverstopfung eintreten und auf der andern Seite sich Eistoff ergiessen, welcher sich zu Oel metamorphosirt und Gefässverzweigungen in sich entwickelt. Knochen, welche in der Jugendzeit gebrochen und gut geheilt waren, zeigten nach 25 Jahren bei der Section vollkommenes Mark und nur eine leichte, ringförmige Anschwellung deutete die frühere Aufhebung der Continuität an. Bei den markhaltigen Vögelknochen hat man eine Wiedererzeugung der Tela medullaris mehrfach beobachtet und auch an Säugethierknochen, wie am Kaninchen und Schweine, fand man sie. Hierher gehören Fakta von *Macdonald**), *Blumenbach***), *Thomson****), *Cruveilhier*****), *Troja*†), *Köler*††). Ich darf hier ebenfalls

*) a. a. O. S. 51. Experiment 11 und 12. (Bei Vögelknochen.)

**) Chirurg. Bibliothek. Bd. VI. S. 107. (Bei Vögeln.)

***) *Lectures on inflammation.* Seite 393. (Bei Vögeln.)

****) a. a. O. Seite 33. 35. (Beim Kaninchen.)

†) a. a. O. Seite 35. 38. 91. (Bei Schweinen.)

††) a. a. O. Seite 82. (Bei Vögeln.)

Beispiele von jungen Katzen anführen, bei denen, als sie 2 Jahre nach der erlittenen Fraktur (die in Gyps gegossen war) getödtet wurden, eine glatte, mit innerem Periosteum und Marksubstanz gefüllte Röhre wiedergebildet war.

§. 163.

Dagegen bin ich im Stande, Thatsachen an Menschen zu berichten, bei denen sich in Wahrheit das Mark wiedergebildet hatte. Die Gelegenheit, welche sich mir vormals darbot, eine grosse Anzahl von Sectionen zu vollziehen, fiel mit der Zeit zusammen, in der ich die bestimmte Verneinung einer Markreproduktion erfuhr, welche theils *Béclard* *), theils *Allan* **) und schon früher *Russel* ***) ausgesprochen hatten. Von sieben Männerleichen, an denen Femur, oder Tibia oder Brachium vor vielen Jahren gebrochen waren und deren Bruchstellen theils stärkeren, theils schwächeren Callus zeigten, fand ich, im Vereine mit gefälligen Collegen, vier Exemplare mit vollkommen reproduzirtem Marke, welches gelber, dichter, und mehr eistoffiger, als im ganz normalen Knochen, aber ölig und von einer gefässreichen Haut eingeschlossen war. Bei einem Exemplare aber, bei dem sich in Folge einer scrophulösen Necrosis totalis der Diaphysentheil der Tibia gänzlich reproduzirt hatte (vergl.

---

*) *Reflexions sur la nécrose.* (*Bulletin de la faculté de méd. de Paris.* 1813.)

**) *System of pathological and operativ Surgery founded an Anatomy. Edinburg* 1821. 2 *Vol.*

***) a. a. O. Seite 60.

§. 156.), zeigte dieser neue Knochen nach angeblich 16 Jahren, ausser einem gefässreichen Periosteum internum*), welches eine unregelmässige, rauhe Röhre auskleidete, ein grossgemaschtes Zellgewebe, in welchem ein öliger Eistoff abgesondert wurde. Die Aufsaugung der Knochenmasse, wodurch die Röhre entsteht, muss erst spät erfolgen, denn noch nach Jahresfrist sah ich an einem selbstbehandelten gebrochenen und regelmässig geheilten Knochen die Callusmasse in die Röhre gedrungen und dieselbe auf 1½ Zoll verschliessend.

## §. 164.

Den Schluss dieser Beobachtungen an regenerirten Knochen möge die Mittheilung zweier, zu den selteneren Vorkommnissen gehörenden Thatsachen ausmachen. Ich meine die Regenerationsbestrebungen der Natur an einem Schädelknochen und die gänzliche Regeneration eines Schulterblattes.

## §. 165.

Die Regeneration der Kopfknochen wird von sehr vielen Anatomen durchaus in Zweifel gezogen, wenn sie auch die Wiedererzeugung anderer breiter Knochen, z. B. des Schulterblattes, des Os ileum u. s. w. thatsächlich zugeben. Wie aber jede derartige Regeneration vorzüglich auf die Hülfe der umgebenden Weichgebilde gestützt bleibt, so hängt es auch von dem Vitalitätszustande der-

---

*) Unter Periosteum internum verstehe ich eine Zellgewebsmembran.

selben ab, welchen Grad die Regeneration erreichen kann. Wir haben viele Fälle in der Literatur über Wiedererzeugung des Unterkiefers und ähnlich gebaueter Knochen, doch bieten sich hier immer noch Weichgebilde dar, welche die Galea aponeurotica bei den Kopfknochen an Lebensenergie weit übersteigen. Es muss dieserhalb, sobald das äussere Periosteum zerstört ist, eine andere Matrix bleiben und diese ist entweder, bei Verlust der äusseren Lamelle, die innere Platte, oder wenn auch diese, wie bei Trepanationen weggenommen ist, die Dura mater.

Einen Wiederersatz bei gänzlichem Verluste beider Platten an einer bestimmten Stelle der Kopfknochen, beschrieben früher schon *Taconi* *), *Tenon* **), *Cullerier* ***), *Larrey* ****), *Saviard* †), *Cullum* ††), *Duverney* †††), *Vernier* ††††), *Russel* [1]), *Weidmann* [2]) und *Meding* [3]), so wie

*) *De nonnullis cranii ossiumque fracturis eorumque conjunctione. Bonnae* 1751.

**) *Mémoires de l'Academie des sciences.* 1758.

***) *Annuaire médico-chirurg. des hopitaux civils de Paris. V. I. Pl. I. F.* 6.

****) *Journal complém. du Dict. des Sciences méd. T.* 8. *p.* 112.

†) *Nouveau recueil d'observations chirurgicales. Paris.* 1702. *p.* 386.

††) *Richters* Bibliothek. Band X. S. 244.

†††) In *Cruveilhier's Essai sur l'Anatomie path.* 1816. Th. 1. p. 380.

††††) *Richters* Bibliothek. Band X. Seite 352.

1) *Transactions of the medico-chirurg. society of Edinburg* 1821.

2) a. a. O. S. 80.

3) a. a. O. S. 371.

auch *Scarpa**). — In allen diesen Fällen war aber mindestens die Dura mater vorhanden und diese halte ich für die wahre Matrix der Regeneration an Kopfknochen. *Boyer* leugnet diese Art der Knochenbildung, dagegen darf ich mich auf die eben zitirten Thatsachen berufen, denen ich folgende zwei hinzufügen kann. Einem Soldaten starb in Folge syphilitischer Nekrose ein Stück aus dem linken Os bregmatis ab, fast so gross, dass die entstandene Lücke in der Form eines Sechseckes beinahe ½ Zoll Durchmesser hatte. Während der antisyphilitischen Cur war plötzlich im Umfange des Sequesters Aufsaugung eingetreten und der Sequester war lose, ehe die Natur andere Vorbereitungen zur Deckung der harten Hirnhaut eingeleitet hatte. Als der Patient seine Cur mit Holztrank ohne Quecksilber beendete, ergoss sich aus den Rändern der Wunde eine exsudative Eistoffflüssigkeit, welche auf die Dura mater niederfloss und hier eine Art Pseudomembran bildete, in der aber nach vier Tagen Gefässentwicklung Statt gefunden hatte. Anfänglich zeigte sich an den Rändern Resorption, wodurch jene zurücktraten, bald aber einen gallertartigen Ueberzug erhielten, und nun schwache Granulationsbildungen aufkommen liessen. Gleichzeitig und zwar nach vier Wochen zeigten sich an der Membran, welche die Wundränder mit der harten Hirnhaut verklebte, so wie auf letzterer selbst Gefässhaufen, aus denen Ossifikationspunkte hervortraten. Die Wunde der weichen Bedeckungen wurde geheilt und man

---

*) *de anatomia et pathologia ossium. Ticini* 1827. *p.* 107.

glaubte sie vom ärztlichen Standpunkte aus nicht länger für Beobachtung offen halten zu dürfen. Jetzt sind 10 Jahre verflossen und der Soldat lebt gesund in einem russischen Regimente. Der sicheren Mittheilung eines Collegen nach, soll äusserlich weder eine Vertiefung, noch Erhöhung zu fühlen sein, nur klagt der Mensch bei tiefem Aus- und Einathmen über einen unangenehmen Druck auf der Stelle. Wahrscheinlich hat sich die Ossifikation auf der Dura mater stark und über das Niveau der inneren Lamelle hinaus entwickelt. Der Mann ist jetzt ungefähr 50 Jahre alt und wird nach seinem Tode sicherlich ein interessantes Präparat liefern. —

Das Wiederanwachsen einer austrepanirten Knochenscheibe, welches *Maunoir* *) vorgeschlagen und *Merrem* **) glücklich ausführte, sah ich, wie schon im ersten Abschnitte dieser Schrift mitgetheilt wurde, an einem Menschen. (A. a. O.)

## §. 166.

A c h t e r  V e r s u c h. Einem Hunde wurde mittelst einer kleinen, ½ Zoll Durchmesser habenden Krone, ein Stück aus der oberen Mitte des Stirnbeins geschnitten und die Dura mater vorsichtig vor jeder Verletzung bewahrt. Ein Exsudat füllte, indem es aus den Wundrändern getreten war, die Lücke und gerann zu einer körnigen Membran. Diese hatte nach 8 Tagen röthliche Gefässe,

---

*) *Questions de Chirurgie. Montpellier* 1802.

**) Man sehe über diese Literatur *Weber-Hildebrands* Anatomie, I. S. 354.

die sich immer mehr haufenweise conzentrirten. Die verwachsene Hautwunde wurde am 16ten Tage erneuert, es trat eine milde Eitersecretion ein, wobei die Knochenränder erweichten und nach einer Nacht plötzlich gelbliche Materie angesetzt hatten, welche auch die Dura mater überzog und aus der blassrothe Wärzchen aufstiegen, die sich mit den Papillen der Ränder zu vereinigen strebten. Diese Ränder waren dabei flacher geworden. Nach 4 Wochen waren die Papillen weniger deutlich, aber in dem gelblichen, zähen Exsudat, welches aus Bläschen bestand, begann von den Rändern und der Hirnhaut die Ossifikation. Auf diese Weise bildete sich in dem Zeitraume von 3 Monaten eine feste, sehr harte Knochenmasse, die sich, als das Thier getödtet war, sehr weiss und elfenbeinartig darstellte. Ein knorpelähnliches Periosteum lag ausserhalb, während dagegen die Dura mater sehr fest mit der inneren Lamelle durch Gefässe verbunden war. Die alten und neuen Knochenränder gingen ohne Abnormität in einander über, nur fehlte am neuen Stück eine Diploë, die mit dem alten Knochen korrespondirt hätte, wie *Scarpa* einmal an einem Menschen sah. In unserem Falle war nur eine sehr schmale Linie zu sehen, die lockerer gebauet war, als die übrige, sehr feste Substanz. Das Präparat kam in die Pockel'sche Sammlung.

## §. 167.

Derselbe Versuch wurde zweimal wiederholt. In einem Falle wurde die Dura mater absichtlich verletzt und es kam nur zur Produktion einer von den Knochenrän-

dern ausgehenden ligamentösen Bildung, welche nach und nach zu Knorpel verwandelt wurde. Im andern Falle kam es bei Schonung der Dura mater nur zu einzelnen Knochenkernen, welche untereinander ligamentös verbunden waren.

§. 168.

Schliesslich sei hier noch von der Regeneration eines von Necrosis totalis aus seiner Lebensverbindung geführten Schulterblattes die Rede. Bekanntlich ist diese Erscheinung schon mehremale gesehen und von *Chopart*, *Rudolphi* und *Kortum* aufgezeichnet *).

Ehe ich vor Jahren das regenerirte Schulterblatt eines Pferdes sah, welches die Veterinairschule zu Berlin aufbewahrt und welches *Kortum* in seiner Inauguraldissertation abbilden liess **), hatte ich Gelegenheit, ein vollständig regenerirtes Schulterblatt an einer menschlichen, weiblichen Leiche zu finden. Das linke Schulterblatt einer Bäuerin, welche in ihrer Jugend an Scropheln gelitten und, wie ihre Verwandte sich ausdrückten, eine Fistelgeschwulst am Rücken gehabt habe, bot hier das interessante Schauspiel einer Regeneration dar. Das alte Schulterblatt war wie Schlacke, locker und porös und es fehlte an den Rändern die äussere Lamelle beider Seiten, so dass es aussah, als rage die Diploë weiter hervor. Die Spina hatte sich durch zackige Trennung vom Akromion getrennt und dieses glich ganz einer Epiphyse,

*) Vergleiche den angezeigten Ort in den Noten des §. 135.

**) Siehe *Kortum's* Werk, Fig. 1. u. 2. —

welche ebenfalls mit zackigen Enden im Callus der neuen Bildung steckte. Dieses Akromion war offenbar gesund geblieben und durch Resorption vom Sequester der Spina abgesondert. Die neue Scapula steckte wie ein Futteral über der alten, war sehr rauh und plump, die Spina war nicht hoch, es fehlte die Incisura suprascapularis und die Basis scapulae war massig und dick. Das Akromion, der Processus glenoidalis und die Basis des Processus coracoideus steckten in der neuen Knochenbildung keilförmig, ohne mit dem Sequester verbunden zu sein*).

§. 169.

Wenn ich mir nun jetzt erlauben dürfte, ein Resumé meiner Versuche und Beobachtungen zu geben, so muss ich dieses in folgende Sätze zusammenfassen:

a) Auch ohne Periosteum findet eine Regeneration äusserlich abgestorbener Knochenparthieen Statt.

b) Diese Regeneration erfolgt entweder durch Umwandlung und Fortbildung der äusseren, peripherisch stehen gebliebenen Knochenrinde, oder auch von dem stellvertretenden Markgewebe aus; bisweilen auch mit Beihülfe äusserer weicher Umgebung.

c) Die äusseren Weichtheile können bei Necrosis totalis einen ganz neuen Knochen bilden.

d) Die Fragmente der getrennten Diaphyse fördern die Restitution des Zusammenhanges durch eigenes Fortwachsen nur sehr unbedeutend und unvollkommen.

---

*) Abbildungen dieser und anderer Präparate hoffe ich bei einer anderen Gelegenheit nachliefern zu können.

e) Breite und runde Knochen werden nicht regenerirt, wenn sie nicht in weichen Gebilden liegen, durch deren entzündliche Reaktion der nöthige Ueberschuss des Plasma vermittelt wird.

f) Schädelknochen regeneriren vollkommen durch Hülfe der Dura mater. Ohne diese Membran ist niemals Regeneration beobachtet worden.

g) Erfolgt Regeneration aus der Knochensubstanz selbst, dann geschieht diese nicht durch Anschwellung und Ausdehnung, sondern durch Erweichung, Katamorphose, Indifferenzirung des Starren zu Flüssigweichem und durch neue differenzirende Bildung in das Starre.

h) Jeder Knochen macht erst den Zustand des Knorpels auch in dem Regenerationsprozesse durch.

i) Es kann sich in neuerzeugten Knochen auch eine Markhöhle und Mark wiedererzeugen. —

---

## §. 170.

Ueber die Wiederersetzung knorpeliger und fibröser Gebilde habe ich versucht, bestimmtere Fakta zu gewinnen, die jedoch wenig Zeugniss von allgemeiner Regenerationsfähigkeit der ersteren geben. Der Grund liegt offenbar in der Armuth an Gefässen, die es unmöglich machen, exsudative Entzündung hervorzurufen. Nur die Rippenknorpel bieten deutlichere Blut führende Gefässe dar, welche von der inneren Seite eindringen und in der Mittellinie sich der Länge nach ausdehnen.

Wo Knorpel von weichen gefässreichen Gebilden

umgeben sind, ist es immer eher möglich, dass Plasma sich in genügender Qualität und Quantität ergiesst, um, wenn auch nicht gerade neue Knorpelmasse, doch neues, verbindendes Zellgewebe zu bilden, welches die Trennung aufhebt. Der Knorpel gleicht erhärtetem Eistoff, welcher auf der Grenze zwischen organisirter und einer appositionellen Substanz, wie z. B. Nagel und Epidermis oder Horn, stehen geblieben ist. Desshalb ist die Umbildung in ihnen nur ein Minimum und Entzündung ein ihnen fremder Zustand, da dieser sich auf Gefässe stützt.

## §. 171.

Dieses Minimum der inneren, qualitativen und quantitativen Umbildung giebt sich indessen häufig zu erkennen; der Knorpel stumpft sich durch Resorption ab, er kann verschwinden oder verknöchern, oder er färbt sich in verschiedenen Lebenszuständen und erscheint selbst, wie ich bei einem Menschen gesehen habe, nach langer Gelbsucht gallig gefärbt *).

Weniger deutlich ist die Reproduktion. Mehre Knorpel verwachsen nie wieder, wenn sie zerschnitten wurden,

*) Man hat nach der Ursache gefragt, warum Knorpel von Embryonen und Kindern nach kurzer Fäulniss eine rothe Farbe annehmen. Diese Erscheinung ist aber ganz einfach erklärt. Es bleibt nach unzähligen Wahrnehmungen bewahrheitet, dass der Kohlenstoff im Organismus immer die Grundlage aller vorkommenden Pigmente ist, je nachdem die Kohle chemisch bestimmt wurde. — Der Knorpel besteht aus Eiweiss fast bis zur Hälfte, bei Kindern noch reichlicher und Eiweiss ist äusserst kohlenstoffhaltig. Oxydirte Kohle erscheint aber roth, so im Blute, so in der Fäulniss.

weil ihnen das zum Knorpel gerinnende Plasma mangelt, andere verknöchern in der Form eines langsamen, regenerativen Prozesses oder ihr Perichondrium wächst wieder zusammen, weil dieses doch noch Plasmagefässe führt. *Dörner* hat 34 Experimente bekannt gemacht, welche ihm den sensitiven Lebenszustand der Knorpel verrathen sollten, aber er bemerkte weder Schmerz, noch Entzündung oder Regeneration. Letztere freilich konnte er nicht mit Bestimmtheit leugnen, da er die Thiere zu früh sterben liess, um nicht über eine spätere Regeneration in Zweifel zu bleiben *).

Dagegen behauptete schon *Laennec* **), in einem Gelenke ein Stück dünnen, neuen Knorpels gesehen zu haben, was immer recht gut möglich ist, wenn ein eistoffiges Exsudat in die Höhle trat und hier gleichsam trocknend und erstarrend die Substanz des Knorpels erreichte. Gegen alle Knorpelregeneration erklären sich dagegen *Brodie* ***), *Astley Cowper* ****), *Béclard* †), *Lobstein* und *Magendie* und was unter Andern *Brodie* als neuen Ersatz

---

*) *De gravioribus quibusdam cartilaginum mutationibus. Tubingae.*

**) *Dictionnaire des sciences médicales. T. IV. Pag.* 123.

***) Pathologische und chirurgisehe Beobachtungen über die Krankheiten der Gelenke. Uebersetzt von Dr. *Holscher.* Hannover.

****) Vorlesungen über Grundsätze und Ausübung der Chirurgie. Bd. I. 7. Vorl. (Er sah die Knorpel nur durch neue Knochenmasse wiedervereinigt.)

†) *Elémens de l'Anatomie générale. Paris. pag.* 471. (Er sicht die Wiedervereinigung nur durch Zellgewebe und knöcherne Ringe.)

fand, glich nicht histologisch dem Knorpel, sondern erschien als körnige, harte, durchsichtige Substanz, also als geronnenes und erstarrtes Eiweiss, welches die nächsten Gefässe hergegeben hatten.

§. 172.

Drei Beobachtungen habe ich unter mehren andern hier hervorzuheben, welche eine Regeneration der Knorpel als Möglichkeit bestätigen, so dass jede absolute Verneinung durchaus unstatthaft ist. Die erste Beobachtung betrifft einen Menschen, welcher im 20sten Lebensjahre durch Verwundung ungefähr fünf Linien des Knorpels der sechsten rechten Rippe dergestalt verloren hatte, dass nach Innen, an der Brustseite noch ein Verbindungsstück von ungefähr 1 Linie Dicke und 3 Linien Länge, gleich einer Brücke, stehen geblieben war. So lautete die glaubwürdige Aussage eines tüchtigen, alten Wundarztes. Der Mensch starb als Soldat im 25sten Jahre und die breite Narbe auf der Brust der Leiche erweckte jetzt die Lust zur Untersuchung. An dem Knorpel bemerkte man nur eine unbedeutende, aber mit äusserem Zellgewebe verwachsene Vertiefung von grauer Farbe und an den Uebergängen in den gesunden Knorpeltheil lagen weissliche Ringe. Ein Longitudinalschnitt durch das herausgenommene Stück zeigte unter einer mittleren, mikroskopischen Vergrösserung anstatt kleiner Streifen und ovaler Blättchenlagen, wie im gesunden Knorpel, eine gleichmässig gestreifte, von Bläschen durchzogene Substanz, in welche kein Blutgefäss eindrang, und die seitlichen weisslichen Ringe wurden gerade durch Bläschenanhäufung gebildet. Nach einer

Maceration von drei Wochen in der Sonnenwärme zerfiel die neugebildete Masse in einzelne bandförmige Streifen und eine gelbliche weiche Substanz, die mikroskopisch untersucht aus Körnern bestand, während vom gesunden Theile des Knorpels ovale, im Profil keilförmige Stückchen sich trennten. — Knochenmasse war hier gar nicht zu entdecken, vielleicht hätte sich diese neue Substanz noch zu Knorpel umgewandelt, wenn das Subjekt länger gelebt haben würde.

§. 173.

Die zweite Beobachtung war nach einem eigends für den angedeuteten Zweck unternommenen Versuch gemacht. Einer jungen Katze schnitt ich ein 4 Linien langes und 2 Linien dickes Blättchen aus einem Rippenknorpel, nahe am Brustbeine. Nach 14 Tagen war die Knorpelwunde roth gefärbt, offenbar nur in Folge der Aufsaugung eines Theiles des ergossenen Blutes, es zeigte sich aber keine Veränderung. Nach 4 Wochen war die Lücke mit gelblicher Masse befeuchtet und diese hatte auch schon eine geringere Dimension, so dass namentlich die Tiefe nur noch 1 Linie betrug. Wiederum nach 10 Tagen war auch diese Vertiefung bis auf $\frac{1}{2}$ Linie verdeckt und die seitlichen Knorpelfragmente hatten gänzlich ihre scharfe Kante verloren. So blieb die Stelle, ohne irgend eine andere Veränderung darzubieten. Dieselbe Katze diente einige Wochen später zu einem der angegebenen Versuche über Nervenregeneration. Als sie nach diesem Experimente gestorben war, nahm ich den Knorpel wieder vor und untersuchte ihn mittelst zweckmässiger Vergrösserung. Man konnte seine organische Verbindung mit

der stehengebliebenen, inneren Brücke unverkennbar beobachten, während an den Seiten die Fasern der Regeneration nur mechanisch an die alten stiessen. Die Fortbildung war sichtlich von der inneren, gefässreicheren Lamelle ausgegangen. — Viermal sollte dieser Versuch wiederholt werden, aber jedesmal gelang es nicht, eine ähnliche Regeneration nachzuweisen.

## §. 174.

Die dritte Thatsache, welche für die Möglichkeit einer Knorpelregeneration spricht, ist das Erscheinen einer dem wahren Knorpel sehr homogenen Masse, welche an einem bei einem Hunde gefundenen künstlichen Gelenke des Brachium entdeckt wurde. Hier waren die abgeriebenen und durch Resorption gerundeten Fragmente mit einer Masse überzogen, welche einen deutlich fasrigen Bruch verrieth; die Fasern standen senkrecht auf dem Knochen und ihre Oberfläche war glatt. — Bei der Maceration zerfielen sie in einzelne Fasern, von denen sich viele an der Seite, womit sie am Knochen sassen, mehrfach spalteten. Unter dem Mikroskope sah man aber, dass diese Streifen aus verbundenen zelligen Körperchen bestanden, welche streifenweise gelagert, von der Oberfläche beginnend, sich senkrecht umbogen. Hier schien das histologische Moment ziemlich bestimmt für ächte Knorpelsubstanz zu sprechen. — (Die Knochenfragmente hatten ihren Diaphysencharakter aufgegeben, die Markröhre war nahe am widernatürlichen Gelenke verstopft und die ganze Masse in eine mehr poröse Bildung übergegangen.)

§. 175.

Diejenigen Knorpel, welche nur als Durchgangsmoment zu andern Bildungen dienen, wie im Knochen, erzeugen sich sehr leicht, weil ja die nöthige Blutgefässmenge vorhanden ist. Alle permanente Knorpel entbehren dieses Gefässreichthums und je mehr sie nur erstarrtem, vertrocknetem Eiweiss gleichen, um so schwerer ist ihre Regeneration, da sie nicht einmal, wie die tieferstehende Epidermis, eine solche Matrix haben, in der immer ein Plasmaüberschuss für neuen Ersatz vorhanden ist. Auf meine Veranlassung unternahm ein befreundeter Fachgenosse zahlreiche Experimente an allen vorkommenden Knorpeln und sein Resultat war, dass nur die Rippenknorpel und nächst ihnen die Gelenkknorpel sich zuweilen ganz in histologischer Aechtheit wiedererzeugen können, dagegen alle zum Eingeweideskelet gehörenden Knorpel, die des Ohres, der Nase u. s. w. nur durch Perichondrium oder Zellgewebe vereinigt werden. —

§. 176.

Schliesslich muss ich noch darauf hinweisen, dass die Gelenkknorpel, wenn sie der Luft oder der Eiterung umgebender Weichtheile ausgesetzt werden, sich katamorphotisch in ein früheres Durchgangsmoment ihrer Bildung, nämlich in Zellgewebe verwandeln. Dieses findet, wie ich aus der chirurgischen Praxis weiss und wie sich mir namentlich an der Knorpelbedeckung des Fussgelenkes nach Exarticulatio pedis erwies, immer früher Statt, als die bekannte Fleischwärzchenbildung auf der Knorpel-

fläche vor sich geht. Wenn man den Knorpel abschabt, dann erfolgen die Granulationen schon nach 7 Tagen, selbst noch früher, wenn aber derselbe sitzen bleibt, erst in 14 bis 20 Tagen, je nach dem Vitalitätszustande des Subjekts *). Die Granulationen schiessen nämlich nur dann auf, wenn der Boden, der sie hervorbringt, hinlänglich organisirt und am Kapillargefässleben wesentlich Theil nimmt. Der Knorpel geht daher im gleichen Grade, als sich der Knochenstumpf erweicht, eine Rückbildung in Zellgewebe und gefässentwickelnde, bildungsfähige Substanz ein und erst dann erheben sich die Wärzchen auf diesem Boden. Aeltere Chirurgen kannten bereits die Bildung der Fleischwärzchen auf Knorpelscheiben, wie *Le Dran* **), *Hoin*, *L'Alouette* ***), auf die sich seiner Zeit auch der mit *Autenrieth* experimentirende *Dörner* berief.

## §. 177.

Was die Regeneration der fibrösen Gewebe anbetrifft, so glaubt ein grosser Theil praktischer und theoretischer Forscher nicht, dass in Wahrheit eine ächte Wiedererzeugung dieses Gewebes möglich werde. Ich sehe mich aus mehren Erfahrungen bei fremden und eigenen Untersuchungen dennoch genöthigt, auch dieses Gewebe,

---

*) *Richter* (Chirurgische Bibliothek, Band III. S. 407.) wusste bereits, dass nach dem Abschaben des Knorpels die Bedeckung der Wundfläche mit Fleisch rascher vor sich gehe.

**) *Traité des opérations de chirurgie. Bruxelles* 1745. *S.* 351.

***) *Quaestio medico-chirurgica, an femur in cavitate cotyloidea aliquando amputandum. Paris* 1748. *S.* 165.

dessen Lebenseigenschaften sich nur in höchst geringer Weise kund geben, als ein beziehungsweise regenerationsfähiges zu bezeichnen. Wollte man auf dem Wege einer histologischen Würdigung in dem fibrösen Gewebe nur die starrere Fortbildung des Zellstoffes erkennen, dann müsste man auch schliessen, dass ein, dem Zellstoff so nahe stehendes Gewebe, dessen Elementarformation sich vom Zellgewebe doch durch nichts mehr, als ein stärkeres Hervortreten der Faserung unterscheidet, nicht minder fähig wäre, sich aus dem Plasma zu erzeugen, als das Zellgewebe selbst. —

§. 178.

Ueberall, wo zahlreiche Blutgefässe vorhanden sind, welche durch den Akt der Entzündung den zur Neubildung nöthigen Ueberschuss von Plasma hergeben, da ist auch die Regeneration möglich. Das fibröse Gewebe ist mit diesem Gefässnetze sehr verschieden in Verbindung getreten. Wir finden Fascien, welche, obgleich sie grössere Gefässe tragen und für dieselben Oeffnungen bilden, dennoch sehr arm an lebenvollen Kapillarnetzen sind, die Plasma führen, die Sehnen erhalten in ihrer inneren Masse nur wenige Zweige von den sie oberflächlich umspinnenden Gefässen, dagegen andere Membranen fibröser Natur, wie Neurilema, Periosteum, Dura mater nicht nur von grösseren Gefässen durchbohrt werden, sondern selbst eine Kapillarität entwickeln, welche sie recht eigentlich zum nutritiven Elemente derjenigen Organe macht, welche von ihnen umschlossen werden.

§. 179.

Das fibröse Gewebe ist eine Modifikation des Zellgewebes, bald mit übergreifender Zellgewebsbildung, wie im Neurilem (welches auch *Béclard* mit Recht zu den sehnigen Qualitäten rechnet), bald mit starrerer Entwicklung des Urzellchens zur Faser, wie in Fascie und Tendo. Wo das Zellgewebe noch seinen Charakter geltend macht und über die Faser prädominirt, wie im Neurilem, da wird auch, weil ja das Zellgewebe das reproduktiveste ist, auch eine Restitution verlorener Theile unfehlbar Statt finden. Die Wiedererzeugung des Neurilems ist keinem Zweifel unterworfen und ich habe es selbst bei meinen Versuchen über Nervenregeneration in neuerzeugten Formen beobachtet und abgebildet. —

§. 180.

Wo die starre Faser im fibrösen Gewebe über den Charakter der Tela cellulosa prädominirt, wie in den Fascien, da wird auch eine Regeneration in demselben Maasse schwieriger werden, als es an Kapillargefässen gebricht, welche durch Erguss thierisch-basischen Eistoffes diesen zu Zellgewebe und dieses wieder zu Fasern gerinnen und fortbilden lassen müssen. Es ist mir auch kein Fall bekannt geworden, dass sich eine Fascia wiedererzeugt hätte und nicht nur mit intermediärem Zellstoffe ersetzt wäre. Dagegen erzeugen sich sehnige Gebilde, deren Gefässreichthum erwiesen ist, wie Periosteum und Dura mater, vollkommen wieder, sobald das Bildungsleben im Organismus nicht anderweitigen Störungen an-

heimgefallen ist. Von Wiedererzeugung eines Periosteums habe ich die unleugbarsten Beweise und sie werden alle diejenigen Kollegen gesammelt haben, welche sich irgend mehrfach mit Knochenregenerationen beschäftigten *). Was aber auch gegen die Reproduktion der Dura mater vorgebracht sein mag und als Controverse gegen *Osthoff* **) gedient hat, was auch mit entschiedener Verneinung von *Arnemann* ***) gegen die Möglichkeit einer Hirnhautwiedererzeugung ausgesprochen wurde, ich behaupte, dass eine solche Reproduktion nicht nur in der organischen Möglichkeit liege, sondern auch faktisch bestätigt ist. Einmal sah ich nur Zellgewebe hervorwuchern, bei einer zweiten Gelegenheit aber überzeugte ich mich von dem Ersatze wirklicher Dura mater. Es war bei einem, zu diesem Zwecke seitwärts trepanirten Hunde. Die mit einer Scheere nach getrennter Falte in der Grösse eines Mariengroschens ausgeschnittene Dura mater wurde allerdings nicht, wie damals *Arnemann* verlangte, an ihren Rändern verlängert, sondern diese Ränder lockerten sich (nachdem aus der Diploë der Knochenwunde und den

---

*) *Köler* (*Experimenta circa regenerationem ossium, Pag.* 66.) sah statt der Knochenhaut eine knorpelige Substanz. Diese habe ich ebenfalls nach zerstörtem Periosteum gefunden, aber meistens war ein Zustand ächter, sehniger Bildung vorher dagewesen. Nur in einigen Fällen bildete sich eine unregelmässige, knorpelige Masse, die keine Fasern, sondern Knorpelkörperchen reiheweise enthielt. So z. B. am Pericranium. (Vergl. den I. Absch. dieses Werkes.)

**) Die Beziehung der reproduktiven Funktion des organischen auf die Wundarzneikunst; — *Siebold's* Chiron. II, p. 519.

***) Versuche über das Gehirn und Rückenmark, p. 201.

nahen Theilen, welche die Wunde bedeckten, eine Quantität Plasma ergossen war und die Lücke füllte) allmälig auf, wurden franzig, dann mit Coagulum überzogen, in welchem sich ein Zell- und nach 22 Tagen ein fibröses Gewebe gebildet hatte. Dieses neue Gewebe zeigte unter dem Mikroskope vielfach verschlungene Fasern von heller, glatter Beschaffenheit, welche mit gewöhnlichem Zellgewebe durchsetzt waren. Blutgefässe waren im Umfange (nicht aber auf der Regeneration) deutlich entwickelt *). —

§. 181.

Die Regeneration der Muskelsehnen ist durch die in der heutigen Chirurgie so beliebte und mit auffallendem Erfolge ausgeführte Durschschneidung verkürzter Sehnen, von Neuem der Aufmerksamkeit physiologischer Experimentatoren empfohlen worden. Die älteren Erfahrungen darüber bestätigen zwar eine Wiedervereinigung durchschnittener und zugleich verlängerter Sehnen, aber die Angaben über das Faktum lauteten oft sehr sonderbar und waren mehr oder weniger mit neueren Resultaten widersprechend. Ich erlaube mir hier anzuführen: *Stalpard v. d. Wiel* **),

---

*) *Pauli* (*Commentatio physiologico-anatomica de vulneribus sanandis*) giebt unter Anderm noch Notizen über die Wiedererzeugung des Pericranium, welches *Zwinger* (*Historia pericranii sua sponte regenerati*, 1756.) beobachtete. Von einem neueren Falle sprach ich früher im Abschnitte von der Entzündung.

**) *Observat. rarior. centaur. poster. Pars I. Observat.* 45. *Leydae.* 1727.

*Bezoet**), *Sandifort***), welche eine Art von Sehnen c a l l u s beschreiben; ferner *Meckel****), der nur verdichtete Gallerte wiedererzeugt sah; *Murray*****), der eine, von der Sehnensubstanz verschiedene erkannte; *Moore*†), welcher noch neben fremden Elementen der neuen Substanz einen unregelmässigen Knoten beobachtete. —

§. 182.

Ich habe wohl von Praktikern reden hören, dass die speziellere Unterscheidung, ob das Regenerirte wirkliche Sehnensubstanz oder verdichtetes Zellgewebe sei, nur einen theoretischen Werth haben könne, aber für die Praxis ganz gleichgültig bleibe, da es hier doch besonders darauf ankomme, dass die durchschnittene Sehne sich in Continuität zurücksetze. Es bleibt indessen wohl zu berücksichtigen, dass ein verdichtetes Zellgewebe niemals die Festigkeit erhält, wie fibröse Sehnenfaserung, und dass es wichtig sei, zu wissen, ob eine heftige Muskelaktion die Befürchtung einer leichteren Zerreissbarkeit der Sehne an der regenerirten Stelle zulasse oder nicht. — (Ein Tänzer z. B., welcher die Achillessehne zer-

---

*) *Dissert. de modo quo natura solutum redintegrat.* 1765.

**) *Thesaur. Dissert. Vol. III. pag.* 164. §. 21.

***) In *Kleemann's Dissertat. sistens quaedam circa reproductionem partium c. h. Halae.* 1786.

****) *Murray, Commentatio de redintegratione partium corporis animalis nexu suo solutarum et amissarum.* 1787. §. 13.

†) *A dissertation on the process of nature in the filling up of cavities healing of wounds etc. London* 1789. *p.* 70.

reisst, würde nicht wieder die frühere Anstrengung wagen dürfen, wenn es gewiss wäre, dass nur Zellstoff die Fragmente vereinigt hielte.) Aus der chirurgischen Praxis hat sich zum Glück erwiesen, dass eine früher zerrissene Sehne beim nochmaligen Reissen nicht an der alten Stelle, sondern in der bisher normalen Substanz getrennt wurde, mithin die regenerirte Bildung eine mehr als genügende Festigkeit erlangen könne. Um zu einer genauen Kenntniss über die Aechtheit der Sehnenregeneration zu gelangen, hatte ich befreundete Praktiker gebeten, theils selbst Acht auf den Gegenstand zu haben, theils mir Gelegenheit zu geben, die zugänglichen Exemplare regenerirter Sehnen anatomisch untersuchen zu dürfen. In Folge dessen ward es der Fall, zwei völlig geheilte Achillessehnen histologisch beobachten zu können. Zudem bestätigte sich das Wahrnehmungresultat an einem, dem Versuche unterworfenen Hunde.

§. 183.

Das histologische Merkzeichen einer Sehne besteht in dem Vorhandensein jener hellen, gleichförmig soliden, glatten und wellenförmig, selbst gelind spiralig liegenden Fasern, ungefähr von 0,0015 bis 70 P. Z. Stärke, welche mit einem geringen Zellgewebe durchsetzt sind. Die Zellgewebsfasern sind bedeutend dünner, zwischen 0,001 bis 11 P. Z. stark, und unregelmässige Cylinder bildend, welche wahrscheinlich durch verdichtete Zellchen und Blättchen ihr theils gebündeltes, theils variköses Ansehen erhalten. Bei allen völlig geheilten Sehnen habe ich immer gefunden, dass die äussersten Lagen derselben zu

wirklicher Sehnenstruktur, die Mitte dagegen aus Zellgewebe gebildet war. Die gefässreichere Sehnenscheide war genau verwachsen und gewiss auch die Ursache der stärkeren, äusseren Bildung; — hier im peripherischen Theile der Sehne erkannte man ein wahres fibröses Gewebe mit seiner, sich vom Zellgewebe merklich unterscheidenden Faserordnung, aber in der Substanzmitte lag ein verdichtetes Zellgewebe, unregelmässig gelagert, mit sich durchkreuzenden, Blättchen und Zellen umfassenden, etwas geschlängelten Fasern *). Die Festigkeit der Sehne hängt gewiss von dieser äussersten fibrösen Reproduktion ab, denn meines Erachtens nach ist Zellgewebe, seiner geschlängelten und ausdehnbaren Faserordnung wegen, allein nicht im Stande, die so häufig erpropte Festigkeit regenerirter Sehnen zu vermitteln.

## C. *Versuche über die Regeneration der Muskeln.*

### §. 184.

Obgleich ich die Muskelsubstanz als nicht regenerables Gewebe hier bezeichnen muss, so habe ich die Versuche darüber doch aus dem Grunde nicht in das nächstfolgende Kapitel subsummiren wollen, weil noch nicht allgemein der Zweifel über die ächte oder scheinbare Regeneration gelöst ist. Die älteren Experimente dieser Art verneinen bestimmt eine Wiedererzeugung histologisch

---

*) Abweichende Darstellungen findet man in den Abbildungen zu *Ammon's „Physiologia Tenotomiae,“* Dresden, 1837.

ächter Muskelsubstanz, *Schnell**) erkannte nur Zellgewebe, ohne Reaktion auf dynamische und mechanische Reizung; *Meckel***) sah ein dichteres Gewebe, als Zellstoff sich gewöhnlich darstellt, in der unvollständig gefüllten Muskellücke sich bilden; *Richerand* und *Parry****) bestätigen diese Thatsachen und ebenso verneinend sprechen die Versuche über Regeneration von *Huhn*****), *Murray*†), *Kleemann*††), *Boyer* und *Thomson*†††).

## §. 185.

Wenn mir nun auch nach eigenen Beobachtungen neuester Zeit wahrscheinlich geworden ist, dass die Regeneration, welche wir am durchschnittenen Muskel gewahren, nicht unbedingt als Zellstoff oder verdichtetes Zellgewebe zu bezeichnen ist, so kann ich doch ebenso wenig eine wirkliche, von Histologie und Physiologie constatirte Muskelfaserregeneration anerkennen. *Ammon's* Versuche an Sehnenfasern bestimmten ihn und Andere, eine gleiche Reproduktion der Muskelfaser gelten zu lassen

---

*) *Dissertatio inaugur. de natura unionis musculorum vulneratorum praes. Autenrieth. Tubingae* 1804. *Pag.* 16.

**) In *Kleemann's Dissertat. sistens quaedam circa reproductionem partium c. h. Halae*, 1786. *p.* 50.

***) *Pauli's Commentatio de vulneribus sanandis p.* 43.

****) *Commentatio de regeneratione partium mollium in vulnere. Gotting.* 1787. *Experim.* 16 — 23.

†) *Commentatio de redintegratione partium corporis animalis nexu suo solutarum vel amissarum. Gottingae*, 1787. *Experim.* 1—10.

††) a. a. O.

†††) *Pauli's Comment. Pag.* 89. 90.

und neuerdings erklärt sich auch bestimmt Dr. C. G. *Carus**) für eine „schnelle und vollständige Regeneration verletzter Muskel- und Sehnensubstanz.“ — Schon 1832 suchte *Wolff***) Thatsachen für Muskelfaser-Neubildung zu liefern. —

§. 186.

Die zustimmende Behauptung meines grossen Lehrers *C. G. Carus* hatte zu viel Gewicht, um meine abweichende Ansicht nicht nochmals einer neuen und sorgfältigen Prüfung zu unterziehen. Der Gegenstand verlangte an sich schon die richtigste Erkenntniss, da die Chirurgie jetzt keine Scheu mehr zeigt, vielfältige Verkrümmungen, Schieflagen u. s. w. durch die von Neuern aufgenommene Myotomie auszugleichen. Folgende drei Experimente mögen die Unächtheit der vermeintlichen Muskelregeneration beweisen.

Erster Versuch. Einem Hunde schnitt ich aus dem rechten Gastrocnemius und zwar an der mittleren Wölbung ein Stück von 6 Linien heraus. Es entstand Entzündung und Eiterung bei heftiger Geschwulst. Nach 7 Tagen hörte die Eiterabsonderuug auf und die Hautwunde schloss sich unter gelindem Plasmaerguss und Fallen der Geschwulst. Man fühlte 10 Tage lang eine Lücke im Muskel, den das Thier sorgfältig ruhen liess, wobei es das Bein steif ausgestreckt hielt. Nach 3 Wochen

*) *Carus*, System der Physiologie, III. Bd. Pag. 378. 379.

**) *Tract. de Formatione fibrarum muscularium in pericardio atque in pleura. Heidelberg.* —

war die Lücke gefüllt und ich liess das Thier noch $\frac{1}{4}$ Jahr leben, um es einem andern Versuche zu opfern. Nach dem Tode des Hundes zeigte sich an der Schnittstelle eine neue Substanz, welche gelblich und härter war, als das Muskelfleisch. Die Muskelscheide überzog aber auch diese Neubildung, die nicht gewölbt, sondern wie ein flach eingeschobenes Zwischenstück in der Rundung der Muskeloberfläche sich darstellte. Vorzüglich wichtig schien mir die histologische Untersuchung. Unter gehöriger Vergrösserung sah man die Muskelfasern sich am Rande der Schnittstelle in eine unregelmässige Masse verlieren, welche körnig erschien und weit mehr geröthet war, als die übrige Substanz. Diese dagegen verrieth sich als ein Gewebe, welches mit sehr unregelmässig gekreuzten und verschobene Zellchen umfassenden Fasern versehen war, in dem man zwar hier und da eine gedrängtere, parallele Faserung erkennen konnte, die aber fern vom Charakter der Muskelfaser blieb. Herr Apotheker *Berg* hatte die Güte, die neugebildete Substanz einer chemischen Probe zu unterziehen, die immer zur Unterscheidung von Muskel- und Zellgewebe sicher ist. Muskelgewebe in Essigsäure aufgelöst, wird bestimmt durch rothes Cyaneisenkalium gefällt, eine essigsaure Zellgewebsauflösung aber nicht*). In unserem Falle vermochten wir diese Fällung der aufgelösten Regenerationssubstanz nicht hervorzubringen, während ein beliebiges aufgelöstes Stückchen Muskel auf Cyaneisenkalium gefällt wurde. Dieses scheint mir ein wich-

*) Alle eiweissartigen Körper zeigen dieses chemische Verhalten. —

tiges Faktum, welches von der Unächtheit der regenerirten Muskelsubstanz zeugt.

§. 187.

Zweiter Versuch. Einem Hunde wurde aus dem Biceps femoris ein Stück keilförmig weggeschnitten, welches fünf Drachmen wog. Nach 14 Tagen war vollständige Heilung auf bekanntem Bildungswege eingetreten. Der Muskel zeigte nach Blosslegung eine röthlichgelbe Zwischenlage, die sich zackig in die Muskelfasern einfalzte. Der Nervus ischiadicus am Trochanter und der untere Muskeltheil wurden in eine galvanische Kette gebracht, welche einen gelinden Strom von 24 Plattenpaaren leitete. Der Biceps zuckte und seine einzelnen, unter doppelter Loupe beobachteten Faserbündel zitterten mit rascher Biegung, aber auf der regenerirten Stelle war keine Bewegung zu erkennen. Die Neubildung wurde mit einer Nadel gestochen, aber der Muskel zuckte nicht, dagegen fand eine auffallende Contraktion der regenerirten Substanz Statt, als dieselbe in eishaltiges Wasser getaucht wurde. Diese Contraktilität war nicht allein physikalisches Phänomen. Es wurde die regenerirte Stelle abermals gänzlich ausgeschnitten, die Wunde verbunden und die Neomorphose gewogen. Das Gewicht betrug $4\frac{1}{3}$ Drachmen. Ebenso viel frisches Muskelfleisch wurde demselben Hunde aus dem Biceps der andern Seite geschnitten und nebst der Regenerationssubstanz (jedoch einzeln) gekocht, nachdem ich mikroskopisch nur einzelne Cylinder und viele gekreuzte Fasern aufzufinden vermocht hatte. Diese Cylinder schienen

hohl und der erste Uebergang des Zellgewebes zur linearen Muskelformation hierin angedeutet zu sein. Nach dem Kochen lieferte die Neomorphose beinahe 90 Procent Leim und die Muskelsubstanz nur 16 Procent, welcher aus dem Zellgewebe der Bündelscheiden und Faserinterstitien hergegeben war. Weingeist liess die Masse vom neuen Produkt als Leim unverändert, während er von den 16 Procenten der Muskelsubstanz noch einen kleinen Theil als Osmazom auflösete. Also auch hier hatte sich die Regeneration der Muskelsubstanz nicht bewährt. —

Die bei der Probe des eben mitgetheilten Versuches auf's Neue geschehene Ausschneidung von Muskelsubstanz auf beiden Seiten des Hundes, nämlich auf der Regenerationsstelle und auf der Mitte des entgegengesetzten zweiköpfigen Schenkelmuskels, bot mir abermals Gelegenheit näherer Untersuchung dar. Die zum zweitenmale verwundete Stelle heilte durch Granulation sehr bald, aber das Produkt dieser Neubildung war ein dichtes, von sehr feinen Kreuzfasern durchzogenes Zellgewebe, welches mit Muskel- und Hautbedeckung verwachsen war und durch seine subcutane Anhäufung einen Narbenknoten darstellte. Die Regeneration der andern Seite erwies sich wieder als ein den Charakter des Zellgewebes überschreitendes Gebilde. Ich habe auch hier auf den Reiz der Kälte ein stärkeres Zusammenziehen bemerkt, als es gewöhnlich bei nicht contraktilen Geweben der Fall ist. — Die an ihrer Durchschnittsseite gelind verdickten Muskelfasern griffen mit ihren Bündeln in gelbliche, weit feinere und zartere Fasern, die ebenfalls gebündelt lagen und nach dem Verlaufe einer kurzen, parallel gelagerten Strecke

vielfach anastomosirten und sich allmälig in der Regenerationsmitte als Zellgewebe mit glatten, geschlängelten Fasern deutlicher ausprägten. Bei einer stärkeren Vergrösserung der Parallelfasern erschienen diese als hohle Cylinder, wahrscheinlich mit Plasma gefüllt. — Man dürfte glauben, dass hier ein Uebergang in muskulöse Fasern gegeben sei, wenn mit der Andeutung der äusseren Form auch die qualitative Bedingung correspondirt hätte. Der Qualität nach verhielten sich aber diese Cylinderfasern wie gewöhnliches Zellgewebe, welches von rothem Cyaneisenkalium nicht in der essigsauren Auflösung getrübt werden konnte.

Ich bin sehr geneigt zu glauben, dass die höchste Stufe einer Regeneration in der Muskelsubstanz sich als sogenanntes Leim gebendes, contractiles Gewebe darstellt, wie wir es auch an andern Gegenden des Organismus und überhaupt als erste Spur der lebendigen Contraktilität bei Thieren finden und wie es *Jordan* *) näher darstellte.

§. 188.

Dritter Versuch. Um zu erfahren, wie sich die Regeneration in unvollkommneren Muskeln verhalte, schnitt ich aus den starken Schenkelmuskeln mehrer Frösche kleinere und grössere Parthieen, von der einfachen Trennung bis zur Lücke von 3—4 Linien. Auch hier unterschied sich die neugebildete Substanz nicht von dem zellstoffig-contraktilen Gewebe, nur blieb sie im Ganzen mehr gal-

*) *Müller's* Archiv, 1834.

lertartig. Einfache Schnitte, die nicht sehr klafften, was man durch gleichzeitige Sehnendurchschneidung häufig ganz verhüten kann, heilen oft, ohne dass man eine Narbe auffindet. Es scheinen demnach durchschnittene Muskelfasern wieder exsudativ zusammenzuheilen, wenn sie in Berührung bleiben und kein Ersatz verlorenen Gewebes erfordert wird. Bei Säugethieren ist diese Wahrnehmung schwierig oder unmöglich, da selbst bei gleichzeitiger Sehnendurchschneidung die getrennten Muskelfasern sich zurück und die Schnittbreite in ein grösseres Spatium ziehen.

§. 189.

Die Entwicklung muskulöser Fasern auf Pseudomembranen habe ich vergeblich gesucht und ich möchte überhaupt bei näherer Beobachtung der *Wolff'schen**) Herzbeutel- und Pleura-Faserbildungen, welche zu Heidelberg sich befinden, der Ansicht von *J. Müller* beipflichten, dass es nur Faserstoffexsudate seien, welche die Form unregelmässiger Muskelfaserung allerdings angenommen haben**).

## D. *Einige Untersuchungen an sogenannten nicht regenerabeln Geweben.*

§. 190.

Während auf der einen Seite Beobachtungen von Wiedererzeugung namhafter, im Allgemeinen für regenerations-

*) *Tract. de formatione fibrarum muscularium etc.* 1832.

**) *Müller's* Physiologie, I. S. 394.

unfähig gehaltener Gewebe in unserer Literatur aufgezeichnet sind, war es auf der andern Seite kaum möglich, auf physiologischem Experimentenwege dergleichen Regenerationen, wie sie von pathologischen Lebensvorgängen eingeleitet wurden, hervorzurufen. — Die wenigen, hier mitgetheilten Daten beziehen sich allein auf die Regenerationsfähigkeit des serösen und mucösen Gewebes und sie dürften hier am Schlusse des Buches eine kurze Andeutung finden.

## §. 191.

*Meckel* hatte bekanntlich, trotz namhafter Widersprüche Anderer, den Grundsatz aufgestellt, dass veraltete Luxationen, in Folge deren ein neues Gelenk gebildet wurde, auch von einer neuerzeugten Synovialmembran umkleidet würden. Der Zufall wollte, dass mir die Leiche eines Mannes zur Section übergeben wurde, welcher eine Luxatio inveterata humeri externa hatte. Der Kopf stand zwischen dem Musculus infraspinatus und der gleichnamigen Fossa scapulae. Die frühere Entzündung hatte dem Muskel, welcher den Gelenkkopf bedeckte, einen dicken, zelligen, beinahe fibrös fortgebildeten Ueberzug gegeben, von welchem Membranen seitwärts abgingen und sich an dem Knochen befestigten. Das Innere dieses Raumes war nach allen Seiten von einer glatten Kapsel umschlossen, welche den Gelenkkopf ebenfalls mit unregelmässiger Dicke überzog und eine Art von Ligamentum teres bildete, so wie nach vorn in die alte normale Synovialkapsel überging, ohne in deren Höhle zu

münden, die ohnehin mit Zellgewebe und Fett geschlossen war. In dem neuen Gelenke, welches eine stellenweise Resorption der Ebene in der Fossa infraspinata zur Folge gehabt hatte, befand sich eine dünne, eistoffige Flüssigkeit, welche aber deutlich von der Seite der alten, verwachsenen Synovialhaut Zufluss erhielt, da sie hier nach vorn reichlicher auf der Oberfläche lag und sich im Zustande des Todes verdichtet zu haben schien.

§. 192.

Nur die histologische Untersuchung vermag uns wahren Aufschluss zu geben, ob wir in Fällen, wie der genannte, eine seröse oder zellstoffige Membran vor uns haben. Unter dem Mikroskope stellt sich die seröse Haut immer als eine musivische Fläche von kleinen, plattgedrückten Zellenkörperchen dar, welche meistens elliptisch, oft an zwei Seiten geschweift, oft verschoben eckig erscheinen und einen verschieden gestalteten Kern einschliessen. Hierdurch bekommen die serösen Häute einen gewissen Epithelial-Charakter, der uns jedoch nicht berechtigt, die seröse Membran mit den Epitheliumgebilden auf eine gleiche Linie zu verweisen*). Unter dieser serösen Pflasterbildung liegen weit ausschweifende Bögen und Windungen von zellstoffigen Faserbündeln, so wie auch die Plasmagefässe, welche die Membran bilden und deren Ueberschuss als Serum oder modifizirt als Synovia

---

*) Vergl. *Henle*, in Müller's Archiv, 1838. p. 115. *Froriep's* Notizen, 1840. Nr. 346.

hervordunstet. Desshalb findet auch auf dem serösen Ueberzuge der Gelenkköpfe keine Absonderung Statt, weil die sparsameren Gefässe hier keinen Ueberschuss liefern.

Eingedenk dieses histologischen Verhaltens wurde die neue Gelenkkapselmembran untersucht und als ein maschenartiges, mit geschlängelten Fasern durchwebtes Gefüge erkannt, mithin konnte hier von keiner Synovialmembran die Rede sein. Jedenfalls musste doch bei der Luxation der Theil, welcher den Gelenkkopf überzog, mit in die neue Gelenkbildung eingegangen sein, aber nach Abschabung des späteren Zellgewebsüberzuges war keine Spur einer früheren, serösen Bekleidung zu erkennen. Sie war daher im Entzündungsakte resorbirt oder unkenntlich geblieben. —

§. 193.

Es ist mir nie gelungen, ausser Verwachsung und Exsudationsmembranen, einer Regeneration seröser Häute ansichtig zu werden, obgleich man vermuthen sollte, dass ein so einfaches Gebilde sehr leicht aus Plasma hergestellt werden müsste.

§. 194.

Thatsachen, welche eine Reproduktion der Schleimhäute beweisen, hat man bereits früher gekannt, doch ist dabei zu bemerken, dass nur solche Schleimhäute regenerable sind, welche als innere Auskleidungen von Se-

cretionsleitern vorkommen. Niemals habe ich bei Operationen und solchen Experimenten, wo ein Substanzverlust in der Schleimhaut Statt fand, Regeneration gesehen, sobald die verletzte Schleimhaut eine freiliegende Falte, wie am Gaumensegel, oder wo sie den inneren Ueberzug der Luft- und Dauungswege bildete. Dagegen können aus einer entzündlich aufgelockerten Conjunctiva breite Falten mit der Scheere fortgeschnitten werden, ohne dass man später die geringste Unterbrechung des Zusammenhanges bemerkt. Den Versuch, den *Tiedemann* und *Gmelin* *) beschreiben, wo sie den pankreatischen Ductus eines Hundes unterbanden und dennoch das Thier am Leben erhalten hatten, indem der Gang mittelst Regeneration hergestellt war, wiederholte in meiner Gegenwart der schon früher bezeichnete Dr. *Behrens* an mehren Hunden mittelst Unterbindung der hier doppelt gefundenen Bauchspeichelgänge. Einer dieser Hunde blieb sehr munter und zeigte auch nach längerer Zeit keine Lebensstörung. Die spätere Untersuchung überzeugte B. von der wirklichen Reproduktion des Ganges und dessen Schleimhaut. Es hatte sich aller Wahrscheinlichkeit nach Plasma ergossen, welches gerinnend eine Art weichen Callus um die Ligatur gebildet haben musste, während innerhalb des unterbundenen Stückes in Folge der Entzündung eine Abstossung, Resorption und Abführung des Erstorbenen wird Statt gefunden haben, wodurch eine Continuität des Ganges wieder hergestellt war. Die mikroskopische Unter-

---

*) Die Verdauung nach Versuchen. T. I. Heidelberg, 1828. Seite 29. u. f.

suchung zeigte an dieser Stelle äusserlich Zellgewebe, innerlich Schleimhaut, welches unverkennbar mit Cylinderepithelium bedeckt erschien.

§. 195.

Aus früherer Zeit sind uns auch Belege für dergleichen Schleimhautregenerationen aufbewahrt, obgleich man neuerdings wieder Zweifel erhob. Die Reproduktion der Schleimhaut in dem durchschnittenen Ausführungsgange der Drüsen ist bereits von dem ältern *Müller* *) drei Mal am Ductus Whartonianus der Glandula submaxillaris, zweimal (bei Hund und Katze) am Vas deferens und ebenfalls einmal am pankreatischen Gange beobachtet. Im Jahre 1835 zeigte *Sebastian* **) mehre hierher gehörende Beobachtungen an, die hier wegen Mangel an Versuchen nicht geprüft werden können und die ich eher für neue Beweise von der Schleimhautregeneration, als für Motive des Zweifels halten möchte. Hierher sind auch die Fälle zu rechnen, in denen *Brodie*, *Levret*, *Lassaigne*, *Tiedemann* und *Gmelin* den Ductus choledochus unterbunden und eine Reproduktion des Ganges beobachtet haben. —

---

§. 196.

Am Schlusse dieses Werkes bemerke ich nochmals, dass die Darstellung der besonderen Modifikationen

---

*) *De vulneribus ductuum excretoriorum decolorum. Tubingae*, 1819.

**) *Müller's* Archiv, 1835. 609.

der Entzündung nach den speziellen Geweben der Gegenstand eines selbstständigen Nachtrages zu dieser Arbeit werden soll, so wie alsdann auch diejenigen Abbildungen, welche sich auf die Regenerationsversuche beziehen, dem Publikum vorgelegt werden dürften. Ueber das Nähere dieser Bemerkung verweise ich auf die Vorrede dieses Buches.

---

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.